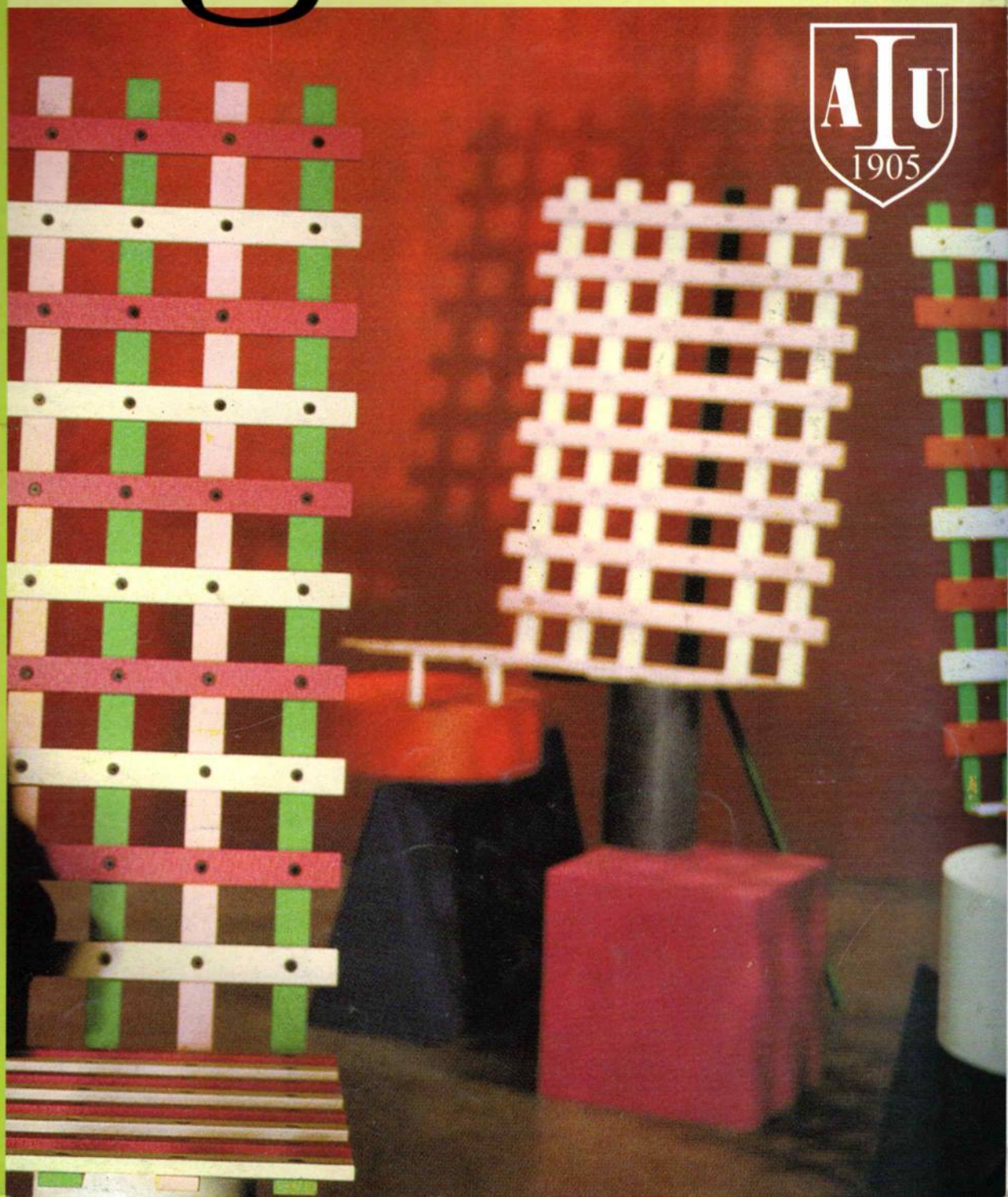
MAYO 2004 - Nº 49

REVISTA ingeniería

ORGANO OFICIAL DE LA ASOCIACION DE INGENIEROS DEL URUGUAY

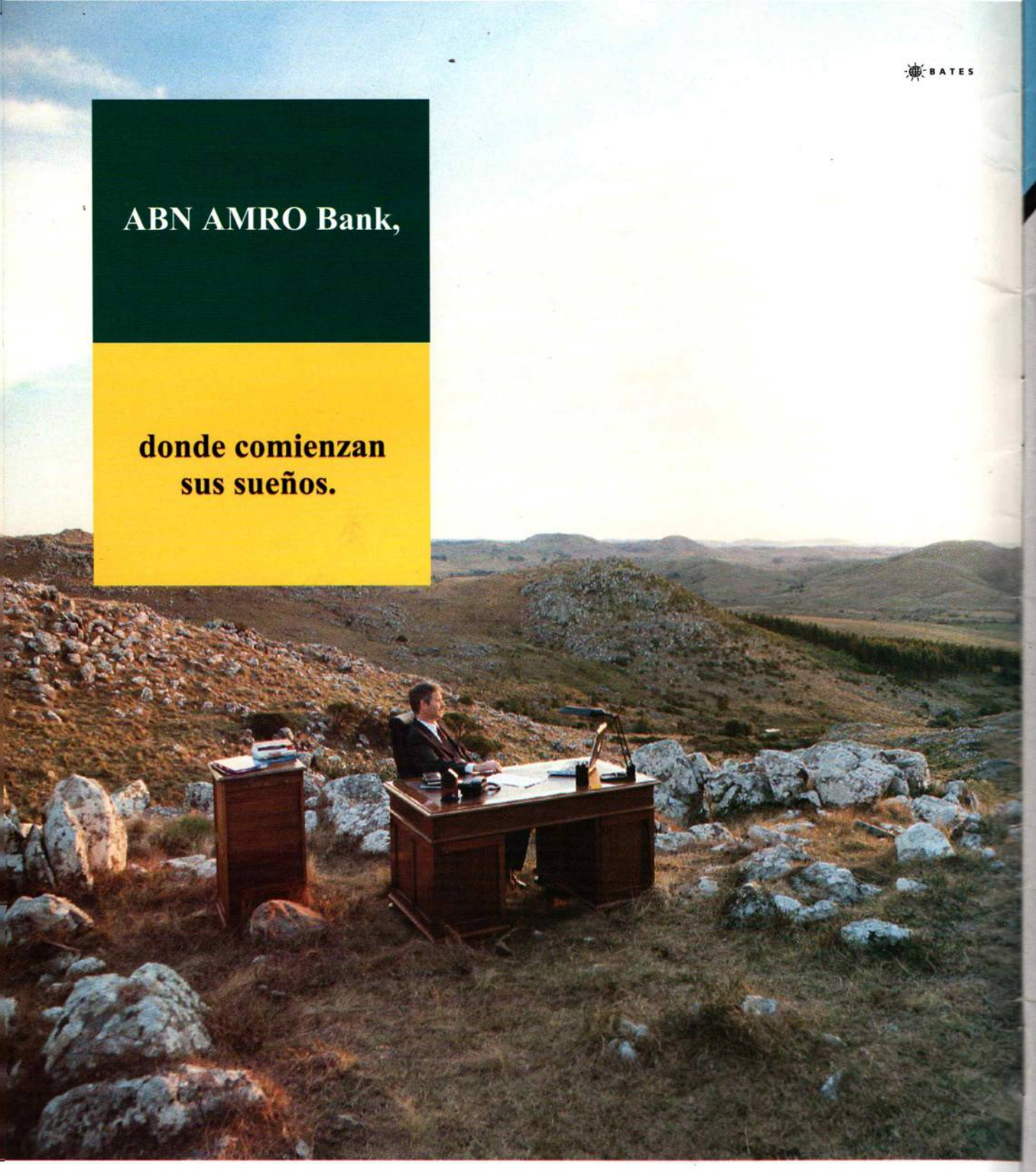
AIU 1905



BATES

ABN AMRO Bank,

donde comienzan sus sueños.



En **ABN AMRO Bank** nos capacitan para conocer todos los aspectos del negocio exportador. Por eso, si es necesario, nos conectamos con los lugares más distantes de nuestra red internacional para que su negocio obtenga el mejor resultado. Es como si nos asociáramos con usted, sumando nuestra experiencia, flexibilidad, agilidad y contactos en pro de sus negocios.

Para asegurarse el éxito de su exportación, hable con especialistas. Venga a visitarnos.

ABN·AMRO Bank

Hacer sus sueños realidad está en nuestra naturaleza

ABN AMRO Negocios con el Exterior - Teléfono: 1747 5484 - www.abnamro.com.uy

REVISTA
ingeniería

Comisión Directiva de la
Asociacion de Ingenieros del Uruguay

Presidente
Ing. Ind. Eduardo R. Alvarez Mazza

Vice-Presidente
Ing. Ind. Walter Dura

2º Vice - Presidente
Ing. Ind. Joaquín Próspero

Secretario
Ing. Mec. Carlos Malcuori

Pro - Secretario
Ing. Civ. Marcos Bigatti

Tesorero
Ing. Ind. Mec. Alfredo De Santiago

Pro - Tesorero
Ing. Ind. Mec. Daniel Martínez

Vocales
Ing. Civ. Enrique Penadés
Ing. Comp. Silvana Olivera
Ing. Civ. Elena Ferreira
Ing. Ind. Federico Cvetreznik

Redactor Responsable
Ing. Joaquín Próspero Cassou
Gral. French 2279

Diseño Gráfico
Contraarte
Achiras 1377 - Tel.: 709 00 44

Administración y Publicidad
Editora de revistas S. R. L.
Vázquez 1434.
Tel. 401 45 11, telefax: 408 50 09

Impresión
Imp. AURELIA - D. L. Nº 257.156-96

Todos los derechos reservados. Los artículos firmados que se publiquen son de total y exclusiva responsabilidad de sus autores y la Dirección de la Revista no se solidariza necesariamente con las opiniones en ellos expuestas. De acuerdo a las recomendaciones de la II Convención de UPADI se permite la transcripción de artículos o pasajes de los mismos solamente con la autorización previa y la indicación de la fuente respectiva. Toda correspondencia debe ser encaminada a la Redacción: Cuareim 1492, tel.: 901 17 62, fax: 900 89 51. E-mail: asocing@adinet.com.uy. Internet: www.artech.com.uy/aiu.
Por suscripciones dirigirse a la Redacción. Publicación exonerada de todos los impuestos nacionales (Resolución del P. E. del 13/5/1965). Precio del ejemplar $ 20, (50% de descuento para estudiantes de Ingeniería.
ISSN 0797-05060

La Asociación de Ingenieros del Uruguay está integrada por los siguientes profesionales universitarios. Ingenieros: Civiles, Electricistas, Industriales, Industriales Electricistas, Industriales Eléctricos, Industriales Mecánicos, Mecánicos, Navales, Sist. en Computación.

En sucesivos editoriales anteriores hemos acentuado dos conceptos que creemos trascendentales para la Asociación de Ingenieros del Uruguay.

El primero de esos conceptos tiene relación con algo que destaca a nuestra profesión Universitaria: **los Ingenieros tenemos la actitud proactiva que el momento requiere.** Ello fue reconocido en la propia "Declaración de Montevideo" con que se cerró la reunión Anual del Directorio Internacional de UPADI realizada en Montevideo en los últimos días del mes de Octubre pasado. La mencionada "declaración" hace énfasis en: "el desarrollo científico y tecnológico, del cual ha sido protagonista el ingeniero, ha producido grandes adelantos en la Humanidad'; más adelante expresa:" El crecimiento económico que ambicionamos, debería favorecer la disminución de las desigualdades en todas las regiones y en todos los sectores de la Sociedad"; termina con un llamamiento al cuidado del medio ambiente expresando: "El ingeniero debe extremar el cuidado de un desarrollo sustentable, no sólo preservando el medio ambiente, sino aún mejorándolo cuando sea posible".

El segundo de esos conceptos se refiere a la apertura con que nuestra Asociación se vincula con todos los ámbitos empresariales y profesionales, constituyéndose en coagente del esfuerzo hacia la reactivación y en coagente de encontrar los caminos técnicos que la faciliten.

REVISTA ingeniería

Sumario

Nº 49

El 90º Aniversario del Instituto de Ensayo de Materiales

Ing. Blas Melissari Costa

El pasado 18 de octubre de 2002, el Instituto de Ensayo de Materiales festejó su 90° aniversario con un brillante acto académico al cual asistieron sus funcionarios del pasado y del presente, personas vinculadas a su actividad y amigos de esa institución de tan larga y prestigiosa tarea vinculada al proceso de producción y el trabajo de los ingenieros.

3

Un Análisis Tecnológico de las Películas de James Bond

Ing. Alvaro Balarini
Primera parte

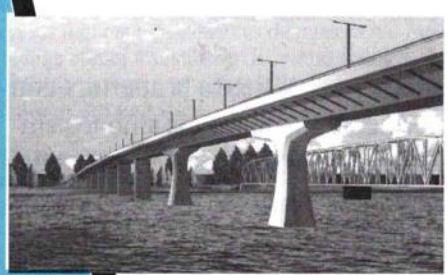
Aspecto notorio de los filmes han sido los diversos aparatos usados por el agente más famoso del mundo en sus misiones.

6

Las fundaciones del "Nuevo Puente sobre el Río Santa Lucía" en la Barra

Ing. Ponciano J. Torrado

En el año 1984, el Poder Ejecutivo resuelve convocar a un llamado a licitación para mejorar las condiciones del cruce de Ruta 1 sobre el Río Santa Lucía, teniendo en cuenta las restricciones que impone la calzada angosta del puente actual y atendiendo a las deficiencias estructurales, ya notorias en ese momento, para una estructura de 60 años.



9

Gerenciamiento de Proyectos y Dirección de Obra

Ciclo de charlas de Inserción Profesional
Julio 2003
Ing Alfredo de Santiago

Actividad temporaria destinada a crear un bien o servicio único.

14

Proyectos de Ingeniería Biomédica Tecnologías desarrolladas en la Universidad disponibles para el país

Ing. Franco Simini, Dr. Héctor Píriz, Ec. Carlos Scarone

Se describen 24 prototipos de equipos médicos realizados de 1987 a 2003 para satisfacer la demanda instrumentos de diagnóstico de grupos médicos del país y del Hospital de Clínicas en particular.

16

De la Suiza de América A la Dublín del Sur

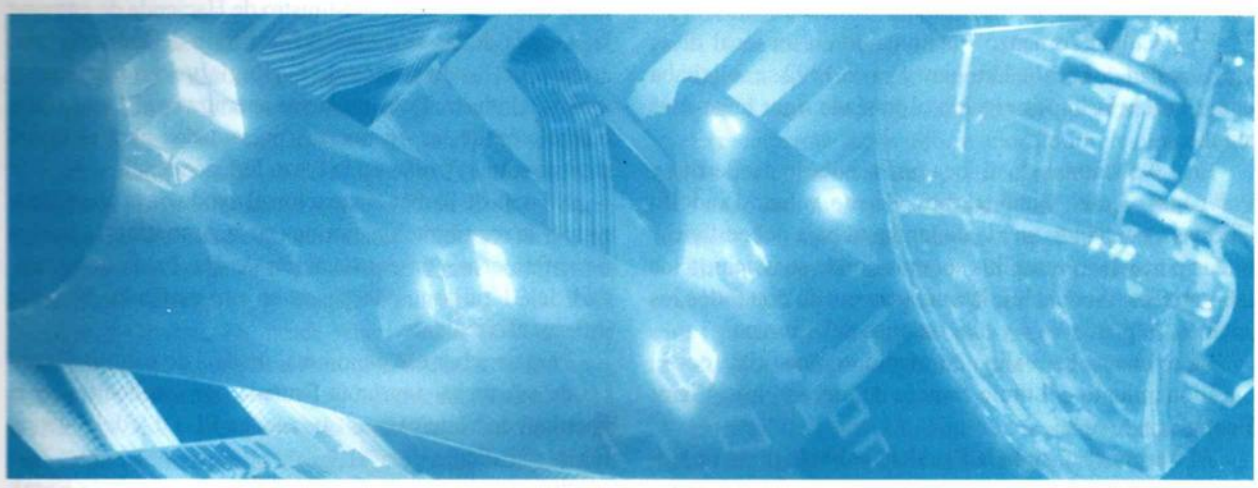
Adrián Edelman, Pablo Regent y Leonardo Veiga

Primera Parte del artículo publicado originalmente en la "Revista de Antiguos Alumnos de IEME", de fecha agosto 2003. Los autores definen los actuales modelos de negocios del sector Tecnologías de la Información, identifican los frenos que existen para un desarrollo cuantitativo y establecen una serie de recomendaciones para eludir obstáculos y favorecer el crecimiento.

22

El 90º Aniversario del Instituto de Ensayo de Materiales

Evocación por parte de su Director, ***el Ing. Blas Melissari Costa***



El pasado 18 de octubre de 2002, el Instituto de Ensayo de Materiales festejó su 90° aniversario con un brillante acto académico al cual asistieron sus funcionarios del pasado y del presente, personas vinculadas a su actividad y amigos de esa institución de tan larga y prestigiosa tarea vinculada al proceso de producción y el trabajo de los ingenieros. Entre la concurrencia se destacó la presencia en el estrado del Rector de la Universidad Dr. Ing. Rafael Guarga, la Decana de la Facultad de Ingeniería Prof. María Simón, el Ministro de Transporte y Obras Públicas Ing. Lucio Cáceres y el Presidente de la Asociación de Ingenieros del Uruguay, flamante presidente también del Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, Ing. Eduardo Alvarez Mazza.

Durante el acto se recogieron testimonios acerca de la importante labor desarrollada en el presente, por parte de alumnos, ex alumnos, ex funcionarios, empresas que recibieron asesoramiento, ingenieros que pudieron canalizar su actividad con el apoyo del Instituto, médicos y una ingeniera agrónoma que integran grupos de trabajo con sus docentes y el Director del Instituto Uruguayo de Normas Técnicas por la estrecha colaboración que ha potenciado sus respectivos cometidos.

Por el brillo y el interés de la evocación se transcriben las palabras pronunciadas en la apertura del acto por quien dirige dicho Instituto desde hace un cuarto de siglo, el Ing. Blas Melissari Costa.

"Ante todo deseo agradecer la presencia de todos ustedes y a quienes expresaron sus deseos de compartir este momento con nosotros.

Nos acompañan en el estrado de derecha a izquierda el Rector de la Universidad Dr. Ing. Rafael Guarga, dos presidentes en una sola silla, el Ing. Eduardo Alvarez Mazza, Presidente de la Asociación de Ingenieros del Uruguay y flamante Presidente del Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, el Ing. Lucio Cáceres, Ministro de Transporte y Obras Públicas y la Decana de la Facultad de Ingeniería Prof. María Simón.

Para hablar de la creación del IEM es necesario ubicarlo en el contexto del medio universitario en el que se desarrolló y de la sociedad uruguaya a la que se integró.

Nos van a sorprender, o no, los puntos de contacto que ese contexto tiene con el de 90 años después.

El 12 de octubre de 1892 se efectuó en el Teatro Solís la ceremonia de colación de grado de la primera promoción de ingenieros nacionales. Se formaron en la Facultad de Matemáticas y Ciencias Afines creada en 1885 por iniciativa de Alfredo Vázquez Acevedo, la que comenzó a dictar los cursos en 1887. Los 3 primeros ingenieros: José Serrato, Eduardo García de Zúñiga y Pedro B. Magnou, se integraron a una sociedad todavía sumergida por la crisis financiera del 90, con la esperanza de conquistar el mundo. Estaban formados para satisfacer las demandas científicas y tecnológicas de un proyecto industrialista sin dejar de lado los aspectos humanísticos, porque tendieron a elevar la cultura, los medios de existencia y la dignidad de las clases trabajadoras, según subrayaba el propio Serrato.

La Ley de Aduana aprobada en 1888 origina un modelo dirigido a promover la expansión industrial del país con el propósito de romper los lazos de dependencia con el imperialismo inglés.

Este clima nacionalista modeló a las primeras generaciones de ingenieros e incentivó las vocaciones por las nuevas fronteras profesionales, basadas en la ciencia y la tecnología, con la finalidad de satisfacer las demandas de la Ley de Aduana.

A través de la actividad de los ingenieros se canalizó una fuerza de trabajo preparada para construir un país independiente.

En 1891, el Decano Juan Monteverde propició la creación de un laboratorio de Mecánica Aplicada a partir de

máquinas destinadas al ensayo de materiales de origen francés, alemán y norteamericano.

Luego de un viaje a Europa incorpora a ese laboratorio máquinas para estudiar la resistencia de cemento y mezclas, idénticas a las empleadas en el Laboratorio de Puentes y Calzadas de París. Además se organizó un museo con materiales de construcción que ofrecía el país.

La Facultad comenzó funcionando en un local de la Universidad de la calle Uruguay y ya en 1892 se solicitaba como urgencia impostergable el traslado a un lugar más amplio.

En 1895 se trasladó al local universitario de Cerrito y Patagones (Hotel Nacional, hoy Cerrito y Juan Lindolfo Cuestas), ocupando un ala de la planta baja del edificio y buena parte de los amplios sótanos donde se ubicaron los laboratorios. Al concluir la mudanza quedó con todos los sótanos, la planta baja y diez salones del 1er piso.

La mudanza se realizó en medio de una crisis por el cuestionamiento del título francés del decano Ing. Víctor Benavídez.

Al trasponer el siglo la Facultad había logrado un importante desarrollo y un crecimiento de su población estudiantil.

En 1905 accede al Decanato el Ing. Eduardo García de Zúñiga quien incorpora a la carrera de ingeniero la asignatura Ensayo de Materiales, cuyo laboratorio fue comprado en Alemania a fin de poder realizar ensayos ajustados en metales y maderas.

Aumentado el presupuesto universitario se multiplican las adquisiciones de equipos y la posibilidad de estudiar productos que interesaban al país.

La ley presupuestal de 1912 proyectó la creación del Instituto de Ensayo de Materiales.

En el Uruguay se trabajaba sin información propia sobre las propiedades físicas y mecánicas de la mayoría de los materiales de construcción, tanto nacionales como extranjeros. Fundamentaba el Decano Ing. Federico E. Capurro: "Ignoramos los coeficientes de trabajo de los elementos que diariamente ponemos en obras. Hay que recurrir a manuales y tratados buscando coeficientes de resistencia. En toda construcción, la solución del punto de vista de la economía depende de la justa distribución de los materiales ".

El Departamento Nacional de Ingeniería (repartición que dio origen al Ministerio de Obras Públicas) disponía de un pequeño laboratorio para ensayo de cales y cementos utilizados en las obras públicas, la Facultad tenía montado otro. Ambos deficientes y sin personal idóneo.

El Decano planteó la posibilidad de unificarlos basado en la exitosa experiencia europea que había practicado la fusión de organismos universitarios y estatales.

Y así nació el Instituto de Ensayo de Materiales, primer Instituto de la Facultad de Ingeniería, cuyos cometidos se detallan en el Decreto del Ministerio de Instrucción Pública del 18 de octubre de 1912, viernes como hoy.

Para el medio, la noticia de ese alumbramiento que hoy conmemoramos pasa desapercibido entre las polémicas parlamentarias generadas por los discursos de Emilio Frugoni defendiendo la jornada de 8 horas, la propuesta de ampliación del divorcio por decisión unilateral fundamentado en el Senado por Domingo Arena y la explicación técnica que hizo en el Parlamento el propio Ministro de Obras Públicas Ing. Sudriers para lograr la aplicación de una ley que llevara la profundidad del Puerto de Montevideo a 10 metros mediante dragado y terraplenando con material denso extraído del fondo, el anuncio del Ministro de Hacienda de entregar la Barraca de las Bóvedas al Ministerio de Industria para asiento de los Institutos de Geología y Perforaciones y Química Industrial y la inminente apertura en el Ateneo de la Exposición de los 46 bocetos presentados para el futuro monumento a Artigas en la Plaza Independencia.

No deja de llamar la atención el éxodo de la clase laboriosa y la reemigración europea en la Argentina, la huelga de enfermeros y la constatación de que había una cantidad de 21 millones de pesos en oro acuñado, bastante inferior al circulante.

Para concluir ese panorama, no deja de sorprender antes de esa fecha una nota firmada por estudiantes de la Facultad de Matemáticas que recoge EL DIA del 5 de octubre, que dice:

"Fiesta estudiantil. Por las bodas de plata de la Facultad de Matemáticas.

Los estudiantes de Matemáticas se preparan a festejar las bodas de plata, es decir, los veinticinco años de vida de la Facultad. Con tal motivo, nos piden la publicación de lo siguiente:

Habiendo el H. Consejo de la Facultad de Matemáticas negado de una manera absoluta recursos para conmemorar dignamente las Bodas de Plata de dicha Facultad, la comisión que suscribe ha resuelto celebrar de todos modos en ese día un almuerzo campestre que tendrá lugar en la antigua quinta de Castro, sita en el camino del mismo nombre núm. 123, y con ese motivo invita a todos los estudiantes de Matemáticas a retirar sus entradas que se encontrarán en venta los días lunes, martes y miércoles de la entrante semana, de 4 a 6 p.m., en la Biblioteca de la Facultad.

Día del almuerzo: 12 de Octubre a las 12 m.

Nota - No se apuntan faltas en las clases en ese día.- Roberto Acosta, presidente; Román Berro García, vice; Amadeo Geille Castro, tesorero; Raul Regules, Quinto Bonomi, Carlos Herrera Lerena, Vicente Ponce de León, Javier Alvarez Moulia, Carlos E. Berta, Alberto Canabal, Domingo A. Rossi, capitán Ramón Rivas, Ag. Héctor Colombo, vocales; Fernando Capurro, secretario".

El sábado 12, en un suelto aparecido en el mismo diario se leía:

"La Facultad de Matemáticas. Sus bodas de plata. La fiesta de mañana.

El gran almuerzo que se celebrará mañana a las 12 m. festejando las bodas de plata de la Facultad de Matemáticas, promete asumir proporciones inesperadas.

El rector de la Universidad, doctor Claudio Williman ha prometida hacer acto de presencia en la fiesta.

Ayer se adhirieron: el ministro de Obras Públicas ingeniero Sudriers, el Decano de la Facultad ingeniero Capurro, el Jefe Político ingeniero Pintos, los miembros del Consejo y los profesores de la Facultad.

Llega a tal punto el entusiasmo despertado por la conmemoración del 25° aniversario de la fundación de la Facultad, que varios ingenieros radicados en el interior se trasladarán a la capital para asistir a los festejos.

El sitio elegido es la quinta de Castro, lindera al Prado efectuándose la entrada por el portón del Camino Castro N° 123.

La lista de los profesionales anotados es la siguiente: doctor Claudio Williman, ingenieros Victor Sudriers, Federico Capurro, Juan Monteverde, Eduardo García Zúñiga, Juan P. Fabini, J. Canessa, José Chiappara, coronel Pintos, Arturo V. Rodríguez, Sebastián Martorell, Pedro Magnou, Aníbal Gardone, Francisco Lasala, Demetrio Cima, Luis P. Ponce, Enrique Guyot, Vicente Ignacio García, Donato Gaminara, Enrique Pietracaprina, Felipe Echaniz, Francisco Iglesias Hijes, Bautista Lasgoity, A. Castells, Francisco Ferolla, Raúl Seoanes y Olivera, Frommel, Aberl Fernández, Antonio Marroche, Josto Rodríguez, Antonio Sureda, Adolfo Perez, Carlos M. Rochietti, José Foglia, J. Bernadá, Manuel Montes Pareja, J. A. Alvarez Cortés, Gillespie, Carlos M. Maggiolo, Juan Debernardis, Agustín Maggi, Felix Bruno, Juan Ramazo, Miguel Costa, Bernardo Kayel, Juan Smith; arquitectos: Mr. Carré, Eugenio P. Baroffio, Antonio Vazquez, Alfredo R. Campos, Marcelo Mathurin Lecocq, Lerena Juanicó, Aubriot, Alfredo Nin, Pedro Nadal, Américo Maini, Carlos Perez Montero, Mario Moreau, Ernesto Lavignasse, Raul Faget, Acosta y Lara, Jones Brown, Oscar Conforte, Felisberto Gomez Ferrer, Juan Veltroni, Juan Carlos Lamolle; agrimensores: Nicolás N. Piaggio, Bottaro Schenone, Isaac Diaz, J. Baldomir, Javier Alvarez, Ricardo Abreu, Manuel Avilés, Cristhian Schoeder, Rodrigo Davison, Juan M. González, Eduardo Terra Urioste y Luis M. De Mula.

Además, puede decirse que ningún estudiante de matemáticas faltará la fiesta, razón de más para que su éxito sea completo".

Huelgan los comentarios.

El primer director fue el Ing. Francisco Iglesias Hijes, que desempeñó el cargo hasta diciembre de 1917 cuando renunció y ocupó el cargo el Prof. Ing. Vicente I. García.

Los libros que se exhiben acompañando estas palabras son los primeros en registrar los trabajos del nuevo Instituto: el Ensayo N° 1 se refiere a un análisis de cemento Portland propuesto por Metzen, Vincenti y Cía. Se recibió el 7/10. Se pagó el 20/10. Se informó el 31/10 .

El 14 de enero de 1913, un Decreto del Ministerio de Instrucción Pública aprueba las Tarifas de Ensayos. A lo largo del Siglo XX el Instituto realizó 145.659 ensayos, siendo el punto más alto los 5.874 realizados en 1997.

El Decreto del Ministerio de Obras Públicas de fecha 23 de febrero de 1921 otorga al IEM autoridad absoluta con respecto a la aprobación del cemento Portland empleado en las obras públicas, incluyendo el control permanente de la producción cuando se trata de cemento de producción nacional.

El Decreto del 9 de mayo de 1921 amplía los cometidos del Instituto facultándolo para proceder sin previa autorización a examinar los materiales que se utilizan en la ejecución de obras públicas a fin de constatar si ellos llenan las exigencias establecidas en el Pliego de Condiciones respectivo.

El Ing. Vicente I. García nació en 1886, se recibió el 11 de diciembre de 1905 y ocupó el cargo de Decano de la Facultad. En particular fue Decano Interino durante las primeras elecciones universitarias en el marco de la actual Ley Orgánica de 1958. El Ing. García falleció siendo Director el 10 de diciembre de 1961.

De esa época son los elementos que se muestran: sellador, tintero,chapas de horario y calculadora mecánica.

El recorte muestra la información de aprobación de exámenes que comunicaban los periódicos en 1923.

La tan promocionada visita del Prof. Albert Einstein al Instituto de Ensayo de Materiales se produce en 1925 .

En la fotografía se aprecia la concurrencia al acto de inauguración de cursos de 1942 con la presencia de conocidos profesores de la Facultad como el Ing. Vicente J. García, Carlos Berta, Rafael Laguardia, José Luis Massera y Agustín Cisa.

En abril de 1946 el Instituto se trasladó al actual local de la Facultad siendo de los primeros en hacerlo al ala sur, ya disponible.

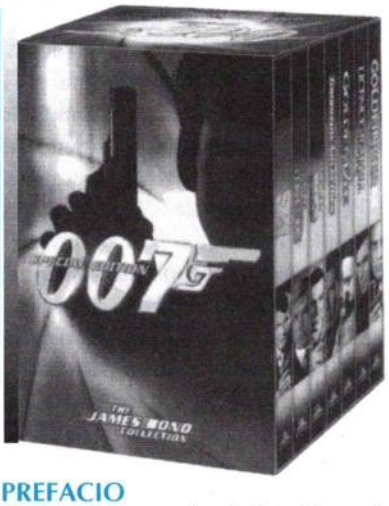
En la fotografía se aprecian algunas instalaciones del laboratorio que ya ocupa este nuevo local.

Las últimas dos fotografías tratan de representar el presente y futuro del IEM: el Salón que estamos ocupando, obsequio que todos sus funcionarios le ofrendan en este día al IEM para cumplir sus actividades docentes y el flamante laboratorio de Biomecánica recientemente reorganizado en local independiente.

Hemos hecho una reseña del proceso fundacional del IEM. Deliberadamente, no hemos hecho ningún comentario acerca de su actividad en la época actual. Creemos que es mejor que lo ilustren las personas vinculadas a sus actividades de enseñanza, extensión e investigación a quienes hemos invitado a intervenir brevemente a esos efectos".

Con posterioridad intervinieron los siguientes oradores: Ing. Ricardo Grien, Gerente de División de ANP (Puerto de Nueva Palmira),integrante de la Comisión de Instituto por el Orden de Egresados, el Bach. Hernán Rodrigo Ricceto, integrante de la Comisión de Instituto por el Orden de Estudiantes, el Sr. Héctor Pallas, ex - Gerente de Producción de AGA S. A. y ex funcionario del Instituto, el Dr. Héctor Pérez Campos, ex Prof. Adj. de la Facultad de Medicina, funcionario del Banco Nacional de Órganos y Tejidos, el Dr. Alberto Fernández, Jefe del Servicio de Osteosíntesis del Hospital Británico, la Ing. Agr. Virginia Lobato, Docente de la Cátedra de Mecanización Agrícola del Departamento de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía, la Ing. Silvia Infanzón, Presidenta de la Asociación de Ensayos No Destructivos del Uruguay, el Ing. Alejandro Fernández, Jefe de Sección Inspección Técnica de ANCAP y el Ing. Pablo Benia, Director del Instituto Uruguayo de Normas Técnicas y Presidente de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT).

Cerraron el acto el Ministro de Transporte y Obras Públicas Ing. Lucio Cáceres, la Decana Prof. Ing. María Simón y el Rector Dr. Ing. Rafael Guarga.



Un Análisis Tecnológico de las Películas de James Bond

Ing. Alvaro Balarini

Primera parte: 1962 a 1985

PREFACIO

Un aspecto notorio de los filmes han sido los diversos aparatos usados por el agente más famoso del mundo en sus misiones.

El presente artículo pretende dar una visión técnica sobre los mismos.

Se refiere a la que podríamos llamar la serie "oficial" de filmes, que son los producidos por EON, y protagonizados sucesivamente por Sean Connery, George Lazenby, Roger Moore y Pierce Brosnan.

Cabe destacar que esta serie de filmes es a la vez la más larga y exitosa de la historia del cine, estando vigente hoy en día, y sin fin a la vista.

El éxito ha sido tal que habiéndose agotado las fuentes literarias (al haberse hecho más películas que novelas), se escriben guiones originales para los últimos filmes, eso sí respetando ciertas tradiciones, pero poniendo al día otras. Simplemente como ejemplo, en línea con los cambios en la vida real, el jefe de Bond ("M" para los iniciados) es ahora una mujer.

INTRODUCCIÓN

Ian Fleming obtuvo gran parte de la inspiración para sus novelas, de sus propias experiencias en la Inteligencia Naval británica durante la Segunda Guerra Mundial. Si bien Fleming minimizaba su propio papel en ella, es en años recientes a partir de libros de memorias de otros participantes (ver referencia 3 en la Bibliografía), que se nos revela a Fleming como la mano derecha del almirante John Godfrey (jefe de la Inteligencia Naval británica), no siendo una casualidad que éste fuera conocido como "M" en la jerga del servicio. Tampoco es casualidad que el "M" de las novelas sea un almirante retirado.

En el mismo sentido los personajes de las novelas son un compuesto de personas reales, por ejemplo ver la referencia 4, el autor realizó algunas misiones reales con ribetes novelescos, y trabajó con Fleming.

Los aparatos no son muy importantes en las novelas , porque son básicamente de la posguerra de la Segunda Guerra Mundial o de la Guerra Fría, en la cual la actividad de los espías era mucho menos mecanizada, además de la dificultad en describir un artilugio por escrito. Cuando las novelas son adaptadas al lenguaje cinematográfico comienzan a tomar cada vez más protagonismo los "gadgets" y los "sets" espectaculares, a veces en opinión de algunos desvirtuando las fuentes literarias u opacando al protagonista.

"Doctor No" ("El Satánico Doctor No")(1962)

Una adaptación fiel a la novela, en parte por razones de presupuesto limitado. Aparece por primera vez, el proveedor de los aparatos, el famoso "Q", esta vez es básicamente un armero, quien proporciona la luego famosa pistola Walther PPK, que sustituye la Beretta que usaba Bond previamente, dando una explicación técnica (muy real) de las ventajas del cambio.

El personaje de "Q" deriva de las experiencias reales de Ian Fleming, con el código Q derivado de "Quartermaster", o sea un comisario (en la acepción de proveedor de equipo).

El contador Geiger parece y suena como uno real, hay lavados para descontaminar, el reactor del Dr. No es del tipo de piscina, los paneles de control son convincentes, en fin la película es técnicamente correcta y sobria.

Aparece el primer descapotable para Bond, un Sunbeam Alpine, sin ningún aditamento, al igual que la novela epónima.

El Dr. No, dispone de un vehículo anfibio blindado, con ametralladoras y lanzallamas, muy útil para espantar intrusos de su isla, incluso el guía local de Bond (Quarrel) sostiene que es un dragón, existiendo vehículos de ese tipo para uso militar.

"From Russia with Love" ("Desde Rusia con Amor") (1963)

El centro de la trama es una máquina de códigos rusa, por la época de tipo electromecánico (basada en la famosa Enigma de la Segunda Guerra Mundial).

Bond recibe de Q un portafolio con varias cosas ingeniosas: lanza gas si no se abre de cierta forma, tiene monedas de oro para gastar en escapes (como nota anecdótica, en la penúltima guerra del Golfo, los comandos del SAS británico que operaban detrás de las líneas iraquíes llevaban monedas de oro con el mismo fin, no hay nada nuevo bajo el sol...).

También se presenta un rifle desarmable cuyas partes caben en su misma culata, el zapato con una púa envenenada de Rosa Klebb, el reloj con cable para estrangular del asesino Rex Grant, en resumen las armas ocultables o disimulables necesarias para un espía. Habrá quien diga que esto parece fantasioso, pero ahí van dos ejemplos reales y usados operativamente: 1) una lapicera que dispara una bala (de la OSS en la Segunda Guerra Mundial, aunque por una notable casualidad ví una en un anticuario aquí en Montevideo la semana pasada), 2) un paraguas con una punta envenenada (de la KGB en los 70).

Bond mantiene la pistola Walther PPK que recibiera en su primera aventura cinematográfica.

Como en alguno de los libros Bond usa un Bentley convertible.

Hasta aquí los artilugios son bastante reales y prácticos, en las siguientes películas se irán exagerando cada vez más.

"Goldfinger" (1964)

Desde la primera escena, con el traje de buzo con una gaviota simulada en el gorro y suficientemente estanco para poder llevar un smoking blanco debajo (¡con clavel y todo!), se puede ver que los aparatos figurarán prominentemente.

Luego llega el sombrero cortante de Oddjob, prácticamente imposible de realizar en la vida real por temas de masa y alcance, pero visualmente impactante. En el rubro autos nace una estrella por derecho propio, el Aston-Martin DB5 plateado con ametralladoras, matrículas rotativas, destroza-neumáticos y hasta asiento eyectable para acompañantes indeseables, todo esto por supuesto es realizable en la práctica.

Un concepto novedoso, para la época, es el del rayo laser de gran potencia.

Aparece la primera bomba atómica de la serie de películas, para el caso una montada sobre un carrito, consistente en tamaño con la época, (¡nada de bombas atómicas en maletín!, incluso el display de tiempo es electro-mecánico), como curiosidad aparece el mismo artefacto en la "Pistola Desnuda 2 y ½".

"Thunderball" ("Operación Trueno") (1965)

Reaparece el Aston-Martin con un nuevo elemento, dos cañones lanza-agua hacia atrás.

En la secuencia antes de los créditos Bond usa una mochila cohete, que existe y funciona en la realidad, es un "Jet Pack" de la firma Bell, las escenas del vuelo son reales, incluso por el uso de un casco por el piloto, que no quiso volar sin esta precaución.

La obtención de las dos bombas atómicas necesarias para el guión es de manera muy real, al robarse un bombardero Avro Vulcan (en la vida real un componente de la disuasión nuclear británica por muchos años), las secuencias en la base de la RAF son muy buenas, las bombas tienen códigos de armado como debe ser.

Otro artefacto impactante es el yate "Disco Volante" del villano Emilio Largo, registrado en Panamá, con entrada submarina y separable en dos partes, una de ellas es un veloz aliscafo, este se adaptó de uno para pasajeros para el filme.

Para la batalla submarina Bond dispone de una unidad de propulsión (cohete aparentemente), montada sobre los tanques de oxígeno, nuevamente muy difícil de realizar en la práctica y a la vez visualmente impactante (comparar con las verdaderas pero comunes unidades de propulsión eléctrica con hélices de sus adversarios).

Como último recurso 007 lleva un pequeño cilindro (unos 10 cm de largo) para respirar bajo el agua en emergencias, por su tamaño imposible de cumplir con ese fin (razones de volumen y presión) , pero cuenta la leyenda que las autoridades navales británicas contactaron a los productores del filme para preguntar por ese aparatito, y descubrieron que era una licencia artística. Para marcar la diferencia con el libro homónimo, en el mismo las armas para la batalla submarina son cuchillos soldados a varillas para tener una especie de arpón.

La secuencia final muestra una recuperación de Bond (y Domino en sus brazos como licencia artística) desde una balsa con un arnés Fulton, que existe y funciona como se muestra, habiendo sido desarrollado para recuperar pilotos derribados tras las líneas enemigas.

"You Only Live Twice" ("Solo se vive dos veces") (1967)

Primera excursión de la serie al espacio exterior, el concepto de un cohete que literalmente engulle cápsulas espaciales, si bien posible aunque muy difícil, pasa a ser imposible cuando aterriza verticalmente sobre su cola (consumo de combustible versus cantidad disponible para vencer la gravedad terrestre), pero se remonta a los cohetes de las viejas películas de ciencia ficción. Algo económicamente casi imposible es el complejo espacial construido en el volcán, pero es el primer set realmente espectacular de la serie, que la distancia mucho de sus imitadores. En el mismo sentido el estanque con pirañas para deshacerse de visitantes molestos es poco práctico, pero visualmente impactante.

Aparece una oficina de alternativa de M, en un submarino, decorada en el estilo de la de Londres.

Esta vez Bond tiene un equipo de ninja (no comentaré sobre la autenticidad del mismo por las dudas que me persigan).

Algo que existió en la realidad es el autogiro "Little Nellie", pero no podía cargar la impresionante cantidad de armas que aparecen, a saber: ametralladoras, lanzallamas, minas áereas y misiles aire-aire. Las minas aéreas fueron ensayadas en la SGM con muy poco éxito, por otro lado ningún misil aire-aire existente (¡y ni hablar en 1967!) tiene la capacidad de guiado para cambiar su curso 180° por la sencilla razón de que el sensor ubicado en la proa del mismo cubre solo un cono hacia adelante.

"On her Majesty Secret Service" ("Al Servicio Secreto de su Majestad") (1969)

Al cambiar de protagonista, se produjo un retorno a las fuentes literarias, por que no hay nada espectacular tecnológicamente, incluso el villano solo tiene unos pocos cultivos de microbios para destruir el mundo y su base es un hotel en los Alpes Suizos (que existe realmente y por lo tanto posible). El único chiche utilizado por Bond es un descifrador de códigos para abrir una caja fuerte.

El auto es un nuevo Aston Martin DBS, sin modificaciones especiales.

"Diamonds are Forever" ("Los diamantes son eternos") (1971)

La novedad es que retoma Connery el papel.

Bond usa para tomar otra identidad un film plástico sobre los dedos para tener otras huellas digitales, siendo difícil evaluar su viabilidad.

El auto esta vez es un Ford Mustang, que pertenece a la estrella femenina, en una persecución donde se destruye casi toda la flota de patrulleros de Las Vegas. Por si esto fuera poco, hay una persecución en un vehículo lunar, que Bond roba de un ensayo, por el desierto.

El arma del villano es un satélite con diamantes, que concentra un laser, y no se dan más explicaciones, con lo cual es poco convincente.

Live and Let Die ("Vivir y Dejar Morir") (1973)

Debut de Roger Moore, quien usará muchos aparatos. Entre otros un reloj con imán, con una potencia imposible (recordar la fuerza inversamente proporcional al cuadrado de la distancia), y con una sierra circular rotativa en el borde de la esfera, algo más posible.

En un tono más liviano Bond usa un mazo con cartas iguales para ganar el amor de la adivina.

El villano presenta una interesante mezcla de métodos primitivos y muy modernos, desde el tarot y el vudú hasta espanta-pájaros con cámaras y armas, espejos retrovisores que disparan dardos envenenados, mesas que se escamotean en sus bares, sin olvidar la escena del entierro (primero simulado y luego real) al ritmo de jazz en Nueva Orleans.

"The Man with the Golden Gun" ("El Hombre del Revólver de Oro") (1974)

Aparece otra de las oficinas de alternativa de M, disimulada en el casco abandonado del "Queen Elizabeth" en Hong Kong (como reflexión, hoy sería políticamente incorrecto, al haber vuelto a China la antigua colonia).

El villano dispone de un auto volador (un AMC Matador), posible al haberse fabricado muchos prototipos diferentes desde los años 40. Su arma de oro y un solo tiro, que da el nombre al filme, se ensambla a partir de una lapicera, una cigarrera, un gemelo, un encendedor y la bala que se lleva en la hebilla, lo cual es técnicamente posible, pero poco práctico. Bond mantiene su clásica PPK.

Hay unas acrobacias automovilísticas espectaculares, en particular la escena filmada sin trucos en que el AMC Hornet conducido por Bond salta un canal dando un giro de 360 grados sobres su eje longitudinal.

No se dan suficientes detalles sobre el arma solar del villano, parece difícil poder acumular energía solar sin convertirla en otra forma, pero en fin para eso es el "agitador Solex" que aparece en el filme...

"The Spy Who Loved Me" (La Espía que me Amó) (1977)

En el comienzo del filme, Bond recibe mensajes en un reloj digital con una especie de telex y usa para eliminar a uno y escapar del resto de sus perseguidores un palo de ski con un cohete y un paracaídas estampado con la bandera inglesa respectivamente.

Surge otra estrella automovilística, el Lotus Esprit convertible en submarino con misiles superficie-aire lanzables bajo el agua (existen en realidad, pero obviamente la instalación es más compleja), minas, etc., en resumen imposible de realizar en la práctica con toda esa ferretería.

Nueva oficina de alternativa de "M" en una ruina egipcia, como corresponde al período de distensión, compartida con la KGB.

El super-petrolero que captura los submarinos, es factible de realizar, y de hecho hay tan grandes como para contener 3 submarinos, (eslora aproximada de 2 submarinos nucleares lanzamisiles = 350 m, manga aproximada de 2 submarinos = 30 m).

En cuanto a un método para localizar submarinos sumergidos desde mucha distancia (un satélite por ejemplo), por ahora no hay ninguno (que sea conocido) totalmente efectivo, si bien podría ser posible porque las grandes potencias han invertido enormes recursos para eso. En esta búsqueda se ha probado de todo, desde entrenar gaviotas que sigan a un periscopio hasta tratar de detectar la casi imperceptible perturbación de la superficie que produce un submarino al moverse, pasando por métodos magnéticos, acústicos, etc.

Respecto al método para inmovilizar el submarino para capturarlo, sabiamente no se dan explicaciones, pudiendo imaginar que si es difícil detectarlos, lo otro parece imposible.

La base submarina del villano parece como casi siempre, un poco cara de construir.

"Moonraker" (1979)

Una vuelta al espacio exterior, probablemente influenciada por el éxito de "La guerra de las Galaxias", y por lo tanto cargada de aparatos.

Entre los vehículos Bond utiliza: 1) en Venecia una góndola no solo motorizada, sino que se convierte en un "hovercraft" (vehículo de colchón de aire) para circular en la plaza de San Marcos, las proporciones de una góndola se prestan para motorizarla, pero no para un vehículo de ese tipo, 2) en un río de Brasil una lancha que tiene un ala delta para escapes cuando aparece una catarata inoportuna.

El villano dispone de una base espacial, una flota propia de lanzaderas espaciales ("Space Shuttles"), el respectivo complejo de control en la Amazonia, y un veneno extraído de una orquídea para eliminar a la humanidad, en fin otro villano con una cuenta de gastos ilimitada.

Las armas más notorias son las pistolas laser, como comentario diré que hoy todavía solo hay prototipos.

"For your Eyes Only" (Solo para sus Ojos)(1981)

Luego de la avalancha de aparatos de la anterior, esta vez hay pocos, en parte por las protestas de un sector de los fanáticos. Incluso la protagonista usa una simple ballesta como arma.

En la persecución automovilística nuestro agente usa por primera vez un auto común y corriente con pocos caballos (incluso motivando una broma en escena), para el caso un Citroen 2CV, al tener su Lotus Esprit un poco práctico sistema anti-robo, como es el explotar cuando se lo trata de forzar.

El centro de la trama es la recuperación de un normal codificador para comunicarse con los submarinos nucleares.

Una vez más Bond tiene un reloj especial con radio.

"Octopussy" (1983)

Un comienzo espectacular con el avión a reacción más pequeño del mundo, el Bede Microjet,

las escenas aéreas desde lejos son con el avión real. La licencia artística son las alas plegables, que no tiene en la realidad. Tuve la suerte de ver el aparato real en una exposición y realmente impresiona su minúsculo tamaño.

Aparece una nueva bomba atómica, para el caso una de fabricación rusa, que 007 desactiva con 2 segundos de margen (¡y disfrazado de payaso!).

Como nota graciosa, Bond usa un mini-submarino, con forma de cocodrilo.

Además tiene una lapicera con ácido para disolver metales, con auricular para un micrófono remoto y un rastreador electrónico.

"From a View to a Kill" ("En la Mira de los Asesinos") (1985)

El villano tiene un dirigible no-rígido, obviamente real, salvo cuando se muestra una sala de reuniones a bordo que parece más grande que toda la nave. En fin, es lo mismo que en todas las películas de piratas cuando se muestra la cabina del capitán en la popa, que por el tamaño parece un camarote de primera del Titanic. En la mejor tradición de los villanos de las películas, hay una escalera que se convierte en tobogán para deshacerse de visitas molestas.

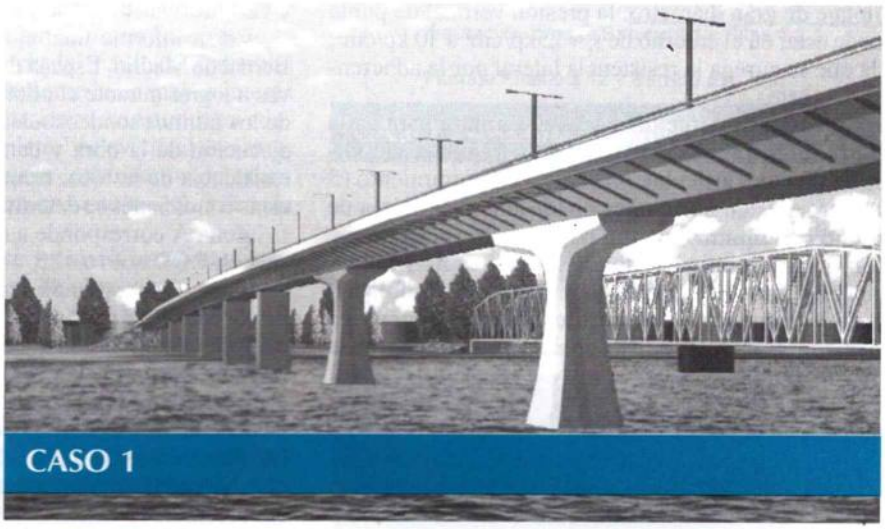
El vehículo original que aparece es una lancha camuflada como un iceberg, para escapar de Rusia, pero para compensar Bond usa un común taxi Renault parisino en una persecución, y que por supuesto termina totalmente destrozado.

BIBLIOGRAFÍA:

1) **The Essential James Bond**, *Lee Pfeiffer, Dave Worall*, Harper Entertainment.
2) **The World of 007**, The Official James Bond Exhibition Brochure, *Lee Pfeiffer*, Hildebrand Limited.
3) **Inside the Nazi Ring**, *Harry Denham*. Holmes & Meier.
4) **Guilt-Edged**, *Merlin Minshall*, Panther.

Las fundaciones del "Nuevo Puente sobre el Río Santa Lucía" en la Barra (*)

Ing. Ponciano J. Torrado, *Gerente del Organo de Control Ruta 1 y Puente Santa Lucía*



CASO 1

INTRODUCCIÓN

En el año 1984, el Poder Ejecutivo resuelve convocar a un llamado a licitación para mejorar las condiciones del cruce de Ruta 1 sobre el Río Santa Lucía, teniendo en cuenta las restricciones que impone la calzada angosta del puente actual y atendiendo a las deficiencias estructurales, ya notorias en ese momento, para una estructura de 60 años.

La multiplicidad de planteamientos recibidos, a nivel de anteproyecto, unido al hecho de que la Administración no tenía, en aquel momento, una clara noción del fin buscado, condujo a que el nuevo gobierno, instalado en 1985, resolviera, luego de un prolongado estudio, declarar desierta la licitación y establecer un nuevo proceso, que fuera definiendo las etapas a desarrollar dentro de una metodología de metas parciales, en atención al elevado costo de las obras y la complejidad de las mismas.

ESTUDIOS PRELIMINARES

Entre esas metas es dable destacar las siguientes:

- Toma de decisión por la construcción de una obra nueva, para lo cual se analizaron diversas soluciones para la traza, optándose finalmente por la que recoge la lámina N°1 del proyecto N°11.071 de la Dirección Nacional de Vialidad, de septiembre de 1988.
- Llamado a Licitación Pública Internacional N°36/88, entre firmas consultoras, para el "Estudio Geológico-Geotécnico del emplazamiento de un Nuevo Puente sobre el Río Santa Lucía", contratado el 12.01.90 a la firma Geoproyectos, filial de Torres y Vercelli, Ingenieros Civiles de Rosario, República Argentina.

El propósito de esta convocatoria era la ejecución y posterior interpretación de los resultados de 20 perforaciones, espaciadas 30m entre sí, para determinar las características geológicas y geotécnicas del subsuelo de fundación de la obra futura.

Se emplearon al efecto, sacatestigos de pared doble, con broca de diamante de diámetro NX (muestras Æ54,7mm) para recuperación de roca, mientras que para la formación superior constituida por suelo, se emplearon sacatestigos de pared delgada. En niveles de suelo cada 1.50 a 2.00m, y/o roca sin recuperación, se efectuaron ensayos de penetración standard SPT, para evaluar comparativamente la resistencia a penetración y la calidad de la formación atravesada.

Las muestras de suelo y/o de roca muy alterada fueron clasificadas según el Sistema Unificado y a las muestras de roca se les determinaron las características resistentes y el coeficiente de elasticidad.

Con los resultados de campo y laboratorio obtenidos se elaboró el perfil del subsuelo, el que muestra una formación rocosa que aflora en la margen izquierda, lado de Montevideo, constituyendo también allí el lecho del río. A partir del talweg y hacia la margen derecha, en cambio, la roca está cubierta por sedimentos muy blandos de suelos de condición variada, en su mayoría arcillosos de plasticidad media, así como limos de baja o ninguna plasticidad y arenas limosas y mal graduadas. La baja consistencia se manifiesta en toda la potencia del sedimento, con alguna mejora en la proximidad de la roca subyacente. La potencia del sedimento blando es importante llegando a 20m en la perforación N°13, donde la roca se encontró más profundamente (-31.47m). Hacia la margen derecha disminuye su potencia, estando en el orden de los 6 a 8m.

Las rocas predominantes son esquistosas, del tipo esquistos inyectados y esquistos anfibólicos, acompañados por migmatitas. La alteración es variable, sobretodo donde es más notoria la presencia de esquistos, siendo más frescas las características rocosas donde hay intrusiones migmatíticas.

Desde el punto de vista geotécnico las características mecánicas son dispersas, mejores cuando se trata de roca migmatítica. La resistencia es baja, con compresión simple s_c<280kp/cm^2. No obstante, la evaluación de la capacidad resistente de la roca debe hacerse en función de la alteración, de la esquistosidad, de su buzamiento, de la separación y características de las diaclasas, del confinamiento en función de la profundidad, de las dimensiones del elemento de apoyo, etc.

Las conclusiones y recomendaciones en cuanto al tipo de fundación apuntan al empleo de pilotes de gran diámetro perforados en la roca de modo de asegurar un adecuado empotramiento. Esta no es sin embargo la única solución a emplear, puesto que en la margen izquierda será más recomendable analizar la alternativa de la fundación direc-

ta, mediante la construcción de ataguías y depresión del nivel de agua por bombeo.

Los valores que se recomendaron para el diseño de las fundaciones son los siguientes:

- Fundación directa: empotramiento mínimo en la formación rocosa del orden de los 2.00m, con inspección visual del sitio. Las presiones de trabajo a aplicar están en el orden de s_t = 4kp/cm² a 5 kp/cm².
- Pilotaje de gran diámetro: la presión vertical de punta puede estar en el entorno de s_t = 25kp/cm² a 30 kp/cm², a la que se agrega la resistencia lateral por la adherencia del fuste.

Con estas consideraciones se determinará para cada posición la cota de punta recomendada, según las condiciones de vínculo, articulación (1Æ) o empotramiento (5 a 6Æ). Pero existen posiciones donde aun por encima de la profundidad mínima podrán desarrollarse adherencia, fricción o empotramiento, donde la roca es más sana o tiene menos tapada de roca descompuesta. Esto obliga a rever cada caso, conjuntamente entre el Ingeniero Geotécnico y el Estructuralista, como efectivamente en la práctica ocurrió.

BASES PARA LA LICITACIÓN

En el año 1996 se convoca definitivamente a licitación pública internacional, por la modalidad de concesión de obra pública, la N°23/96 denominada "Ruta 1: Doble Vía Montevideo - Libertad y Nuevo Puente sobre el Río Santa Lucía", previendo la financiación de la obra mediante la recaudación del peaje en la estación de la Barra e incluyendo a la vez, la terminación de la doble vía en hormigón, desde los Accesos a Montevideo hasta la ciudad de Libertad.

Las bases técnicas del nuevo Pliego de Condiciones Particulares aportaron los estudios geológico-geotécnicos ya mencionados y condicionaron la construcción de los cabezales de pilotes, geométricamente, de modo tal que aún en las aguas bajas extraordinarias no se vieran aflorar los pilotes y que las crecidas ordinarias no cubrieran los cabezales. Para el terraplén de acceso en la margen derecha, lado de San José, se limitó la altura máxima a 10m, condición derivada de la estabilidad del mismo, a causa de la potencia del terreno de fundación y las bajas velocidades previstas para su asentamiento. Esta última condición fue de singular importancia pues determinó prácticamente la longitud de la obra.

EL PROYECTO APROBADO PARA CONSTRUIR

El consorcio que resultó adjudicatario de la Concesión encomendó al Prof. Dr.-Ing. Julio Martínez Calzón, de Madrid, España, la redacción del proyecto definitivo. La obra, en líneas generales, es una estructura en cajón metálico, de doble acción mixta, continua y de sección constante, a construir por empuje acompasado desde la margen de Montevideo. Tiene una longitud total entre juntas extremas de 778m y consta de tres luces principales (P4-P5-P6-P7), una central de 88m y dos laterales de 72m, dos viaductos de aproximación de luces constantes de 56m y luz extrema de 48m. El viaducto del lado de Montevideo es de 4 tramos (E1-P1-P2-P3-P4) y el del lado de San José de 6 (P7-P8-P9-P10-P11-P12-E2).

LAS FUNDACIONES DEL PUENTE

Las fundaciones del estribo E1 y de las pilas P1, P2, P3 y P4 es directa mediante bases prismáticas de planta rectangular, empotradas en la roca. Las bases 1, 2 y 3 son de 12 x 8 x 2.8 y la 4 es de 10.4 x 9.2 x 4.6. Esta última para que coincida en planta y en cota con el cabezal de la Pila 7, por razones estéticas. La tensión de cálculo cobaricéntrica admisible fue fijada en 5kp/cm² y sin tracciones en el asiento.

Las fundaciones de las pilas 5 a 12 y del estribo E2 son mediante pilotes de gran diámetro, reunidos en cabezales prismáticos de base rectangular, de 3m de altura para las pilas 5 y 6 y de 2.50m para las restantes. Los pilotes de las pilas 5 y 6 son 12 de Æ1.50, los de la pila 7 son 8 de Æ1.50, los de las pilas 8 y 9 son 10 de Æ1.20, los de las pilas 10, 11 y 12 y del estribo E2 son 8 de Æ1.20.

En su informe final el asesor geotécnico Ing. Alberto Bernal de Madrid, España determinó las longitudes definitivas a lograr durante el pilotaje. Estos resultados provienen de los últimos sondeos realizados, pila por pila, previo a la ejecución de la obra y dan valores algo menores para la resistencia de la roca, frente a los que ya se disponía. En estas condiciones se determinan dos zonas en la roca A y B:

- Zona A corresponde a roca alterada y muy fracturada con RQD nulo o <25
- Zona B corresponde a roca no alterada y algo fracturada con RQD = 50

RQD es un índice que señala la calidad de la roca en función del porcentaje no fracturado, en la longitud del testigo obtenido en la perforación.

Con estos valores las penetraciones de los pilotes de las pilas 5 a 7 es de 2Æ en Zona B1, con una resistencia de cálculo para la litología esquistosa típica de $s_{u,r}$ = 150kp/cm², resultando entonces la mayor profundidad del pilotaje en la pila 7 del orden de los 36m. Para los pilotes de las pilas 8 a 12, con una resistencia de cálculo menor $s_{u,r}$ = 60kp/cm², la penetración en roca va de 3Æ en la pila 8 a 1Æ en la pila 12.

A los efectos de las verificaciones estructurales, con la colaboración de los Ings. Lavezzo, Juri, Ramos, Colom y Rodríguez, se supusieron dos casos extremos en relación a los vínculos en la punta de los pilotes. El primer caso denominado "flexible" supone los pilotes penetrando 1Æ en la roca sana y el suelo blando inmediato superior con la máxima socavación supuesta para toda la vida útil de la obra y el segundo caso denominado "rígido" supone los pilotes penetrando 2.5Æ en la roca sana y el suelo blando inmediato superior manteniendo su cota actual. En ambas hipótesis, no obstante, se consideraron los pilotes de la pila 5 empotrados en la roca sana, al ser la primera pila sobre pilotes, luego de las apoyadas directamente sobre bases.

Para el cálculo, el terreno circundante fue representado mediante resortes. A los efectos de la respuesta global de la estructura del puente, las hipótesis de rigidez adoptadas para las cimentaciones con pilotes tienen una influencia decisiva. El resultado fue la obtención de una envolvente general de casos posibles, determinada por combinación de todas las situaciones de vínculo posibles, que permitieran proporcionar las solicitaciones al nivel de arranque de pilas.

LA FUNDACIÓN DEL TERRAPLÉN DE ACCESO NORTE, LADO DE SAN JOSÉ

El terraplén de acceso del lado de San José mereció, como ya se adelantó anteriormente, una consideración especial en cuanto a su proyecto, ejecución y control. Las bases técnicas del pliego limitaron, como ya se dijo, su altura máxima a 10m, en prevención de una posible falla por rotura.

Para el proyecto fue necesario realizar estudios complementarios de suelos, pues los realizados oportunamente no abarcaban la zona de influencia del terraplén. Posteriormente se agregaron estudios del manto de suelo compresible con penetrómetro estático (cono holandés) y ensayos vane-test.

El terreno natural consta de un manto de suelos saturados de hasta 8m de potencia, de baja compacidad y calificados como de compresibles a muy compresibles. Son suelos finos, de composición heterogénea, aunque con una matriz arenosa importante.

Este terraplén mereció un profundo e interesante análisis teórico por parte del Prof. Dr.-Ing. Alvaro Gutiérrez en febrero de 1999, el cual, recogiendo toda la información de los trabajos de campo, determina tres zonas de estudio y efectúa los pronósticos de asentamiento en función de la altura del terraplén y de la potencia del manto compresible. Para la zona I, que es indudablemente la de mayor interés pues allí son máximos ambos extremos, se estudiaron además en hipótesis reales y pesimistas las eventuales curvas de falla, a medida que progresara la construcción del terraplén, en cuatro etapas de espesor variable, del orden de 2.00m.

Para la fase constructiva se resolvió instrumentar el terraplén, ya que el cronograma de obra prevía un plazo total de 6 meses de ejecución. Cada una de las cuatro etapas establecidas debía ejecutarse una vez disipadas las presiones intersticiales y estabilizados los asentamientos por consolidación del terreno natural, en la etapa anterior. Por otra parte para acelerar el drenaje se resolvió tender una capa drenante de arena de 0.50m de espesor, directamente sobre el suelo natural, a la cual se conectarían una serie de geodrenes, dispuestos en forma de malla, de densidad diferente, según la zona. Los asentamientos máximos previstos son del orden de 1.00m a tres meses, 1.10m a seis meses y 1.20m a tiempo infinito.

La instrumentación del terraplén consistirá en la instalación en la Zona I de:

- 6 piezómetros (ubicados en tres progresivas determinadas a +/- 6m del eje),
- 3 placas de asiento (sobre otras tres progresivas del eje),
- 33 puntos de nivelación (2 por cada piezómetro y el resto en cada talud lateral a medida que progresan las etapas del terraplén) y
- 4 freatímetros (fuera del terraplén y 2 por cada costado).

LA CONSTRUCCIÓN

Para la ejecución de las fundaciones se construyeron dos ataguías, una por cada margen. En la margen sur la ataguía abarca hasta la pila 4, última con fundación directa y la de la margen norte hasta la pila 8, por lo que debido a las mayores profundidades del río, el pilotaje de las pilas 5 a 7 se hizo desde pontón.

A los efectos de la descripción de los trabajos podemos distinguir, por su importancia, los siguientes casos:

CASO 1 - Construcción de las zapatas de las pilas 1 a 4 y del estribo E1

Se practicaron las excavaciones y fueron reconocidas por los especialistas, en Geotecnia Dr. Jorge A. Suárez de Argentina y en Geología Lic. Néstor Campal de Uruguay. Estos reconocimientos a cielo abierto produjeron descripciones geológicas muy interesantes que permitieron confirmar los resultados de las calicatas realizadas oportunamente y proporcionaron además valiosa información complementaria para el pilotaje.

Según el Lic. Campal: "el techo de roca corresponde al basamento cristalino del Uruguay que en el área se encuentra constituido por rocas metamórficas (principalmente anfibolitas, gneisses anfibólicos y gneisses biotíticos) en paquetes fuertemente plegados y deformados que han sido intruidos por abundantes filones de espesor decimétrico a métrico de pegmatitas graníticas. El sustrato rocoso puede entonces considerarse compuesto por dos tipos bien diferenciables de rocas dispuestas en un arreglo de geometría compleja:

1. Las rocas metamórficas en general fuertemente esquistosas y de grano fino, mecánicamente más dúctiles.
2. Las pegmatitas mucho más resistentes, aunque con comportamiento frágil frente a los grandes esfuerzos de deformación de la corteza.

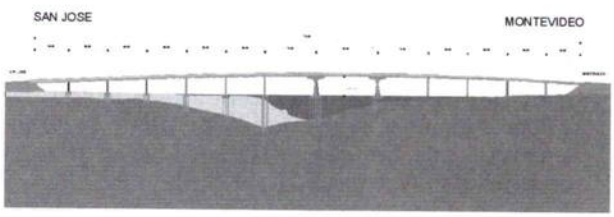
El conjunto de ambas rocas se encuentra muy intensamente fracturado pues la roca analizada está dentro de un sistema de fallas que afectara el basamento cristalino del Río de la Plata en el período cretáceo (hace unos 130 Ma) generando fosas tectónicas con profundidades de hasta 2000m, de las cuales la Fosa Tectónica del Santa Lucía es a la que prestaremos atención."

Las conclusiones fueron:

1. Las rocas principales observadas son anfibolitas y pegmatitas.
2. Ambas se encuentran intensamente fracturadas y es poco probable que el nivel de fracturación disminuya sensiblemente en profundidad.
3. No se observan fallas o fracturas de gran porte que desconecten bloques.
4. La alteración y diaclasas curvas de descompresión disminuyen gradualmente en profundidad.
5. Las condiciones generales del basamento rocoso que se observan en las excavaciones coinciden con las que se observaron en cateos previos.
6. El caudal de las filtraciones es despreciable en las pilas 1 y 2.

Respecto de los niveles de fundación previstos cabe acotar que luego de los reconocimientos se pudo:

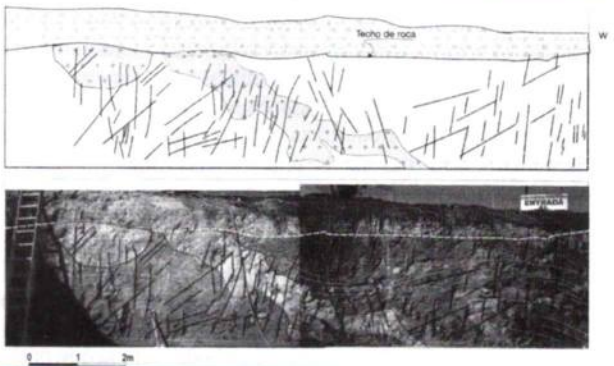
- Confirmar las cotas de asiento de las bases de las pilas 1 y 2.



Fundación directa Estribo E1 y Pilas 1 a 4

Pilotaje Pilas 5 a 12 y Estribo E2

CASO 2- ALZADO GENERAL



CASO 3

- Profundizar en 1.00m las cotas de asiento de las bases 3 y 4, para lo cual se aumentó la altura de la pila 3 en igual medida, manteniendo invariable la base, mientras que en la pila 4 se procedió a la inversa, se aumentó en 1.00m la altura de la base, manteniendo invariable la altura de la pila. Esto último para no introducir modificaciones al proyecto del puente.

CASO 2 - Pilotaje de las pilas 5 a 7

Todo el pilotaje fue ejecutado por la empresa brasileña FUNDESP de San Pablo.

La máquina empleada fue una pilotera marca MAIT, modelo HR160, de construcción italiana. Para las pilas 5 a 7 se trabajó desde pontón flotante construido con módulos prismáticos metálicos articulados.

Se colocaron las camisas metálicas perdidas de los pilotes mediante apoyo topográfico, correspondientes a un lado del cabezal y se solidarizaron entre sí mediante un marco metálico. Las camisas se hincaron hasta apoyar en el lecho rocoso. Luego se trabajó con perforadora guiada, martillo de fondo para debilitar la roca y trépano en forma de tirabuzón con dientes de widia para lograr la penetración deseada en el manto rocoso, todas estas operaciones practicadas bajo lodo bentonítico. Una vez confirmada la cota alcanzada en función de la resistencia ejercida sobre el equipo se descendía la armadura y se ejecutaba el hormigonado por el procedimiento de inmersión.

CASO 3 - Pilotaje de las pilas 8 a 12 y estribo E2

Este caso es similar al anterior con la diferencia que pudo trabajarse desde tierra y que pudieron recuperarse las camisas metálicas de los pilotes, con excepción de la pila 8.

CASO 4 - Construcción de los cabezales de las pilas 5 a 7

La construcción de los cabezales de las pilas 5 a 7 planteó uno de los desafíos más grandes de la obra, debido a la condición, como ya se mencionó antes al describir las bases de la licitación, de semi-sumersión que poseen. Se recurrió entonces a la idea de construir en tierra un cajón prefabricado en 5 sectores, a modo de encofrado perdido, el que ya tuviera practicados los orificios circulares para el pasaje de las camisas de los pilotes. Para poder posicionar esos sectores luego de ejecutados los pilotes, ya las camisas poseían a determinada altura, de acuerdo a la longitud de hinca prevista, ciertas ménsulas metálicas donde posteriormente se apoyarían anillos prefabricados de hormigón. Sobre estos anillos se colocaban después marcos de hormigón armado, de forma de doble H, los que al final recibirían los sectores prefabricados. Para lograr el adecuado posicionamiento, tanto en cota como en geometría en planta, se contó con la ayuda de buzos que suplementaban las diferencias con piezas metálicas o de hormigón según el caso. La maniobra de los elementos prefabricados, de grandes dimensiones y pesos, se realizó con el empleo de una grúa derrick de uso portuario.

Una vez posicionados los sectores se sellaron las uniones entre ellos mediante juntas de goma infladas, que lamentablemente no fueron del todo eficaces.

Para poder desagotar el agua del interior y proceder a la construcción del cabezal propiamente dicho era necesario vencer el empuje hidrostático, extremo que podía lograrse mediante la construcción de un denominado "tapón de fondo" consistente en una losa armada de entre 30 y 40 cm de espesor de hormigón inmergido, a modo de lastre, que compensara la fuerza de flotación. Este espesor extra fue tenido en cuenta, naturalmente, a la hora de proyectar las dimensiones del encofrado cajón.

Ya realizado el "tapón de fondo" pudo procederse al desagote. Como se dijo la estanqueidad no fue total, en parte por las juntas de goma y también por las irregularidades propias del hormigón. Aun así, pudieron crearse en el "tapón de fondo" vías para concentrar el agua de ingreso en un punto para su evacuación por bombeo permanente.

Se procedió luego al corte del sobrante de las camisas, al descabezado de los pilotes y al reordenamiento de su armadura dentro del cabezal.

Las enormes armaduras de los cabezales fueron prefabricadas en tierra y transportadas al sitio por la grúa derrick. Felizmente, en los tres casos hubo total coincidencia de dimensiones entre armadura y cajón. El hormigonado procedió por capas debido naturalmente a los grandes volúmenes y a la permanente lucha con el agua que ingresaba, la que iba siendo vencida progresivamente. La preocupación respecto del agua era frente a la posibilidad de que se creara un curso que derivara en una fractura inducida del cabezal.

CASO 5 - Construcción del cabezal de la pila 8

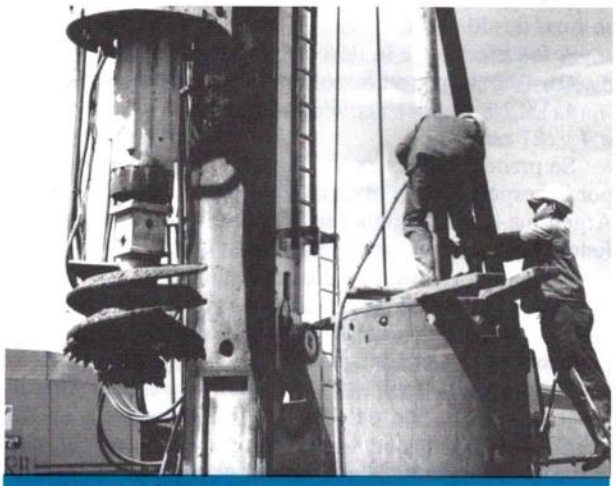
El cabezal de la pila 8 fue especial en tanto estaba ubicado en el extremo de la ataguía, donde los suelos carecían de la adecuada estabilidad para ejecutar el cabezal en sitio. Se recurrió entonces a un denominado "cajón indio" es decir un havage prefabricado en sitio, que fue fondeado a la cota necesaria, para luego realizar las operaciones descritas en el caso anterior.

CASO 6 - Construcción de los cabezales de las pilas 9 a 12 y del estribo E2

Los cabezales de las pilas 9 a 12 y del estribo E2 pudieron realizarse de la manera convencional.

CASO 7 - Construcción del terraplén del acceso norte

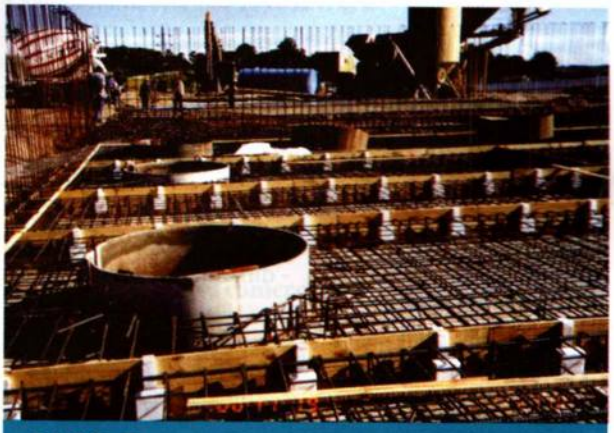
CASO 4



CASO 5

CASO 6

CASO 8



CASO 7

El terraplén de acceso norte al puente fue construido con un material de CBR>20 denominado raigón, obtenido como destape de arenera, el que por tal motivo es una mezcla de arena y arcilla.

El terraplén comenzó a construirse de acuerdo a lo previsto y se instaló toda la instrumentación proyectada. Como los plazos de obra excedieron los límites rigurosos del proyecto, esta instrumentación se tornó, de hecho, en algo no imprescindible. De todos modos las lecturas efectuadas demostraron que las precauciones adoptadas resultaron algo excesivas.

(*) Extracto de la disertación realizada el día 25.10.02 con motivo de las 1as. Jornadas en Ingeniería de Cimentaciones, organizadas por la Universidad de Montevideo.

EL MUNDO
ESTA CAMBIANDO.

Las obras de reconversión tecnológica de la Refinería La Teja de ANCAP abren nuevas perspectivas de cambio para el país. Un cambio imprescindible para proteger nuestro medio ambiente. Un cambio para que Uruguay pueda contar con la calidad de combustible necesario para seguir avanzando.

ANCAP

Gerenciamiento de Proyectos y Dirección de Obra

Ciclo de charlas de Inserción Profesional - Julio 2003

Ing Alfredo de Santiago

PROYECTO

Actividad temporaria destinada a crear un bien o servicio único.

Bienes o servicios:

- producto industrial nuevo
- instalación industrial
- resultado de un estudio
- obra de ingeniería

CARACTERÍSTICAS

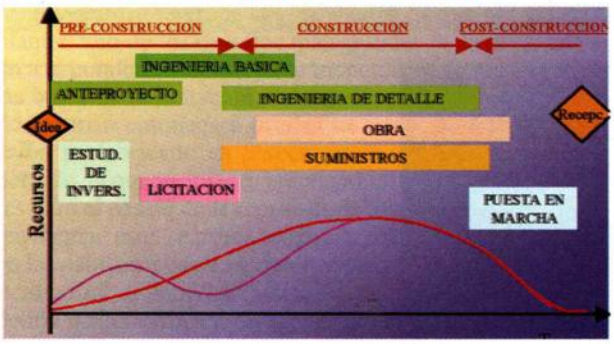
- tiene un objetivo definido
- tiene un principio y un fin: limitado en el tiempo
- restricciones
- desarrollado por personas

GERENTE DE PROYECTO

- **Area gerencial**
  - Planificación
  - Integración
  - Tiempos
  - Comunicación
  - Riesgos
  - Calidad
  - Recursos humanos
  - Costos
  - Cumplimiento de objetivos

- **Area particular del proyecto: INGENIERÍA**

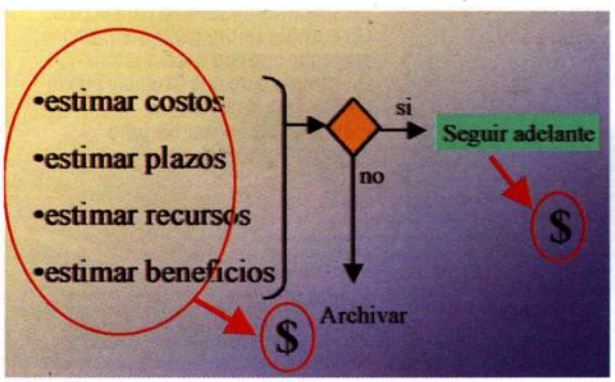
FASES DE UN PROYECTO DE INGENIERIA



ETAPAS PRE-CONSTRUCCIÓN

- **Idea** • **Anteproyecto** • **Costos**
- **Plazos** - cronogramas - milestones **¿cómo estamos?**
- **Estudio de Inversión**
- **Ingeniería**
- **Contrataciones**

IDEA



ANTEPROYETO

- Ingeniería preliminar
- Localización
- Estimación de inversiones
- Plazos
- Hipótesis y objetivos
- Viabilidad técnica
- Viabilidad económica

⇨ **DOCUMENTOS** — **- Técnicos** **- Económicos**

ESTUDIO DE INVERSIÓN

- **Costos**
  - conocimiento
  - cotizaciones adecuadas
  - constructibilidad
  - plazos
- **Análisis de Mercado**
  - indicadores adecuados
  - mercados estacionales
  - evolución futura
  - dinámica de los mercados
- **Estudios financieros**
- **Análisis de riesgo**

COSTOS

- **Directos:** Jornales - Utilización de equipos - Suministros - Materiales y consumibles
- **Indirectos:** - Administración - Ingeniería - Dirección - Otros
- **Precios unitarios**
- **Extrapolación**
- **Rubros principales y factores de ponderación**
- **Pedidos de cotización**

INGENIERÍA

- Estudios
- Diseño
- Cálculos
- ...

⇨ **DOCUMENTOS** — Definir lo que se va a construir

- **Aproximaciones sucesivas**
- **Básico** ⟶ **Detalle**
- **Multidsciplinaria**
- **Interna / Externa**
- **Constructibilidad - sistemas constructivos** $
- **Operatividad**
- **Mantenimiento**

DOCUMENTOS

- **Puntos importantes:** - Hipótesis - Desarrollo - Conclusiones/Resultados - Propuestas/Recomendaciones - Limitaciones - Anexos: datos, desarrollo, referencias
- **Resumidos**
- **Entendibles** **¿destinatario?**
- **Referenciados** numerados/revisiones

DOCUMENTOS TECNICOS

- **Planos**
- **Memorias**
  - Definición objeto
  - Especificaciones técnicas del objeto
  - Condiciones
  - Limitaciones
  - Anexos

normas técnicas

FORMAS DE EJECUCION

- **Por Administración**
- **Llave en mano**
- **EPC**
- **Suministro y Construcción**
- **Construcción**
- **Precio Global**
- **Precios unitarios**

HIPÓTESIS

CONTRATACIONES

- **Documentos: pliegos y planos**
- **Pedido de precios: abierto/restringido/cerrado**
- **Comparación de ofertas**
  - Antecedentes/experiencia - Plazos - Precios
  - Propuesta técnica
- **Adjudicación - Negociación**
- **Orden de Compra/Contrato**

PLIEGOS: qué y cómo contratamos

- Información N.y S. para $
- Factores que influyen en $

- **Técnicos y constructivos**
  - Planos y Memorias - Objeto, alcance, limitaciones
  - Descripción del objeto - Hipótesis para ingeniería
  - Descripción técnica - Especificaciones técnicas, procedimientos, planillas - Normas
- **Aspectos comerciales**

PLIEGOS: Aspectos comerciales y contractuales

- Responsabilidades - Obligaciones
- Relaciones entre personal - Forma de pago/ajustes
- Plazos - Multas - Garantías - Seguros - Información de oferta: antecedentes/experiencia

OFERTA

- **Precio**
- **Condiciones de validez**
- **Descripción del trabajo y suministros**
  - *Presentación de la empresa*
  - *Demostración de su capacidad*
  - *Presentación de una venta o negocio*
  - *Instrumento de negociación para un negocio*
  - *Base para los trabajos del proyecto*
  - *Base para los costos del proyecto*

OFERTAS

$

PUNTOS A CONSIDERAR:

- ¿Quienes compiten?
- ¿Monto estimado?
- Seriedad del llamado
- ¿Quiero ganar? ¿Porqué y para qué?
- ¿Mantener una relación?
- ¿Conocer un nuevo mercado?
- ¿Cuáles son mis puntos fuertes?
- ¿En qué rubros puedo ganar?
- ¿Cómo es y qué desea el cliente?
- ¿Puedo satisfacerlo?

ELABORACIÓN DE OFERTA

- Interpretación
- Precios
  - descomponer la obra: metrajes - global c/unitarios
  - costos propios/externos - directos/indirectos
  - subcontratos: apoyos - constructibilidad/problemas
  - ganancias - imprevistos
- Descripción de trabajos y sumin.: amplia/resumida
- Inviabilidades del proyecto: ampliaciones
- Desarrollar lo importante
- Validez de oferta: condiciones
- Adaptación al cliente

DIRECCION DE OBRA

• Contratante • Contratista • Terceros • Proyectista

DEFINIR OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

DIRECTOR DE OBRA - Gerente

- **META:** *EJECUTAR LA OBRA PROYECTADA SEGÚN LOS COSTOS, PLAZOS Y CALIDAD ACORDADA EN CONDICIONES SEGURAS*
- **FUNCIONES PRINCIPALES**
- **Relaciones con el cliente**
- **Asegurar los recursos en tiempo y forma**
  - Planificar - Manejar riesgos: evitar imprevistos
- **Responsabilidad técnica**
  - Procedimientos constructivos - Seguridad
- **PLANIFICACIÓN**
- **Organigrama y responsabilidades**
- **Determinar etapas y tiempos: work breakdown**
- **Asignar recursos**
- **Cronograma**
- **Verificar presupuesto**
- **Subcontratistas y terceros**
- **Implementar sistema de medición**
- **Trabajos a realizar: analizar**
  - cómo: sistemas constructivos - con quién
  - equipos e insumos necesarios
- **Analizar imprevistos**
- **Controlar, medir, verificar**
  - Planificar sistema de medición y control
  - Elementos a medir: insumos, hrs, costos, etc.
  - Planillas de datos - Recolectar y resumir mediciones
  - Analizar
- **Corregir desviaciones**
- **Recabar información de obra: Sistema General de Información**
- **Relación con otras áreas de la empresa**
- **Relación con terceros**

SUB CONTRATISTAS

- experiencia y conocimiento del trabajo
- capacidad financiera/de trabajo
- respaldo técnico
- organización
- cumplimiento de plazos
- sistema de calidad
- supervisión técnica
- apoyo necesario
- adaptabilidad a la empresa
- precio/forma de pago: costo total

PUESTA EN MARCHA

- Especificaciones e instructivos
- Listados de chequeos
- Ajuste de equipos, instalaciones, programas
- Puesta en marcha individual
- Sincronización
- Mediciones y controles: correcciones
- Instructivos de operación y mantenimiento
- Instrucción y aprendizaje
- Permisos y aprobaciones

CIERRE DE OBRA

- Recepción
- Aspectos contractuales, pagos
- Cierre de subcontratos
- Limpieza y desimplantación
  - Reintegro de mater. y equipos a depósitos
- Evaluación final de obra
  - Informes: internos/al cliente - Recopilación de información de obra - Experiencia para el futuro

FALLAS EN LOS PROYECTOS

- **Mala planificación**
- **Recursos inadecuados**
  - **Personal** - inadecuado - insuficiente
  - **Otros**
- **Apoyo superior**
- **Malas comunicaciones**
- **Sobrestimar los beneficios**

Proyectos de Ingeniería Biomédica Tecnologías desarrolladas en la Universidad disponibles para el país

FS03025, 3 de marzo de 2003, actualizado 14 de abril de 2004

Ing. Franco Simini[1], Dr. Héctor Píriz[2], Ec. Carlos Scarone[3]

Se describen 24 prototipos de equipos médicos realizados de 1987 a 2003 para satisfacer la demanda instrumentos de diagnóstico de grupos médicos del país y del Hospital de Clínicas en particular. Mediante un esfuerzo promedio de 21 meses-persona y con la compra media de U$S 4000 de elementos, se obtienen prototipos de valor aproximado U$S 74000. La viabilidad comercial de estos prototipos estaría respaldada por la amortización del costo de desarrollo, por la originalidad de sus funciones ajustadas a las necesidades locales y por su potencial de difusión en el MERCOSUR. Se analizan las causas de que esta riqueza tecnológica no haya trascendido el ámbito académico en la medida de lo esperado para transformarse en propuestas productivas significativas.

INTRODUCCIÓN

La importancia del sector Salud en la sociedad uruguaya es conocida. El elevado gasto comprende no solamente la formación de técnicos y su desempeño cotidiano, la infraestructura edilicia, los fármacos y demás insumos, sino también al equipamiento médico. Además la creciente tecnificación contribuye a elevar los costos de mantenimiento y obliga a poner en marcha costosas acciones de certificación y control de la seguridad de los instrumentos aplicados a pacientes en instituciones estatales y particulares.

El desarrollo de equipamiento médico está muy estrechamente vinculado a la investigación médica y depende de fuerzas a veces antagónicas de la epidemiología y del mercado de servicios de salud. Este desarrollo de equipos deriva directamente del aporte de grupos académicos. Debido a sus características, la producción de aparatos biomédicos se limita en general a series muy pequeñas y el valor agregado de ingeniería es preponderante frente a los costos de producción. Por esta razón se puede decir que esta industria tiene muchos puntos en común con la artesanía.

En Uruguay, existe una larga tradición de excelencia científica y de sólida formación que abarca la ingeniería y el campo médico. Gracias a esta ventaja comparativa en la Región, la carencia de capitales disponibles para emprendimientos productivos no es un camino sin salidas, ya que se pueden buscar nichos de actividad con una alta proporción del valor del producto final atribuible al proyecto y al desarrollo de soluciones tecnológicas y baja proporción en inversión estructural y en elementos constitutivos. El desarrollo de equipos biomédicos podría ser una de estas oportunidades, si el país la supiera instrumentar.

En el marco de la importancia del tema y ante la existencia de capacidades técnicas innegables, desde 1985 las Facultades de Medicina e Ingeniería han unido sus esfuerzos mediante la creación del Núcleo de Ingeniería Biomédica (NIB) con la finalidad de fomentar y dar continuidad en materia de equipos biomédicos. En esta publicación se presentan los prototipos desarrollados con la perspectiva de su producción para el mercado regional. La Facultad de Ciencias Económicas ha iniciado el estudio de estas propuestas desde el punto de vista de su viabilidad comercial, lo que se realizó desarrollando planes de marketing específicos para cada uno de los productos evaluados.

LOS PROYECTOS DEL NIB

Para encarar un proyecto de desarrollo de un equipo, el NIB descarta toda replica de propuestas válidas presentes en el mercado. En efecto, la reincidencia en poner a punto un equipo que ya tiene varios años de ventaja no presenta ninguna perspectiva. Para ser encarado, el proyecto debe tener algún aspecto de originalidad.

En segundo lugar se debe poder constituir un fuerte equipo multidisciplinario que respalde la propuesta y que garantice su utilización, en el ámbito de una investigación biomédica o en la práctica clínica. En efecto, la prueba real del prototipo es el primer paso hacia el desarrollo de una propuesta productiva. El equipo clínico es en general el que plantea un problema, asociado a su línea de investigación, que no puede resolver fácilmente. En la interacción multidisciplinaria se define luego el alcance del estudio, que puede resolverse o bien con equipos disponibles en el mercado, con el descarte de la propuesta o finalmente con el planteo concreto de un equipo a desarrollar. El estudio de factibilidad concluye esta etapa preliminar de evaluación y acuerdo multidisciplinario.

La tercera condición es la disponibilidad de personas y de recursos para el desarrollo. Las dimensiones del emprendimiento pueden llevar a fragmentarlo en proyectos separados. Los proyectos son asignados a grupos de tres profesionales en formación, coordinados por docentes. La materia "Proyecto" de la carrera de Ingeniería Eléctrica ha constituido el marco más frecuente, pero el NIB ha recurrido también a estudiantes del Instituto de Computación y a la Carrera de Perito en Electrónica. La Maestría en Ingeniería Biomédica incluye un proyecto de esta envergadura como trabajo final.

Los recursos utilizados fueron obtenidos de fuentes diferentes, vinculadas a veces al grupo clínico interesado en su desarrollo. Es el caso de los equipos para el estudio del recién nacido que fueron costeados por el CLAP y algunos de los instrumentos de control continuo de pacientes graves financiados por el Departamento de Medicina Intensiva del Hospital de Clínicas en la ejecución de subsidios a su investigación. Sin embargo, en general las realizaciones fueron posibles gracias a la obtención de un fondo específico "Desarrollo de la Ingeniería Biomédica" otorgado mediante concurso por el CONICYT (proyecto CONICYT/BID número 98). En 2003 el NIB gana por concurso una financiación para perfeccionar SICTI, un sistema de registro y evaluación de calidad para Medicina Intensiva.

ALCANCES Y DIMENSIONES DE LOS PROYECTOS

Un equipo biomédico es una solución tecnológica para un problema de medida de algún parámetro del paciente (variable fisiológica o imagen), para cumplir un tratamiento o para sustituir alguna función que el paciente no puede realizar. El primer grupo comprende los aparatos de diag-

nóstico que extraen información primaria, procesan datos y generan informes. El segundo grupo abarca por ejemplo las bombas de infusión continua. El tercer grupo, conocido como prótesis, incluye el marcapasos cardíaco como representante emblemático.

Por lo tanto, del punto de vista tecnológico el equipo biomédico recorre una amplia gama de tecnologías mecánicas, electrónicas, informáticas y de materiales, todas puestas al servicio de un objetivo muy particular: permitir el ejercicio de la medicina con niveles crecientes de eficiencia, complejidad y resultados. En su diseño intervienen aspectos de seguridad del paciente, de la fisiología humana y de los objetivos terapéuticos perseguidos, sumado a los temas puramente de ingeniería.

Como en otros campos de la ingeniería, en Ingeniería Biomédica la integración de partes Standard permite concentrarse en el valor agregado específico del equipo. Se incorporan por lo tanto elementos existentes en sistemas digitales, circuitos de adquisición de señales, motores de pasos y sus controladores, entre tantos otros. Es importante recalcar que esta actividad de desarrollo se lleva a cabo en constante cooperación con el cuerpo médico, fuente de inspiración y colaborador permanente en todas las etapas de proyecto y evaluación. La inventiva y la originalidad no pueden surgir de un entorno industrial o de un estudio aislado, sino que derivan de la presencia en entornos clínicos. La Tabla 1 muestra un resumen de los prototipos desarrollados desde 1985 donde para cada equipo se indica la utilización posterior en entorno clínico.

Describiremos aquí las características salientes y la motivación para el desarrollo de algunos de los prototipos más recientes.

DADO DE DATOS (DDD) Esta propuesta reúne los prototipos ADQCAR, CLASICAR Y CARDIDENT para ofrecer una solución a la adquisición, identificación y análisis de señales biológicas en un equipo autónomo de muy

ADQCAR Grabador de señales biológicas en tarjetas "flash". La implementación que se muestra aquí es un Holter digital con posibilidad de procesamiento de las tres señales de electrocardiograma (ECG) durante más de 24 horas. Foto Borca-Duarte-Rodríguez.

pequeñas dimensiones. Las aplicaciones abarcan desde la investigación animal en agropecuaria hasta los estudios IMPETOM El seguimiento del edema de pulmón (agua en el pulmón) es difícil y se recurre a placas de tórax cuando el paciente puede ser movilizado. Es un procedimiento caro y engorroso que permite únicamente tener imágenes a intervalos de horas o de días. IMPETOM, mediante una cinta ajustada alrededor del paciente, permite lograr imágenes con gran facilidad, bajo costo y por lo tanto en forma frecuente. A pesar de existir varios años de investigación en el mundo en esta tecnología, aun en 2003 no existe ninguna oferta comercial concreta disponible.

MONICLI Este prototipo tiene la particularidad de reunir en un único equipo las señales biológicas obtenidas

TABLA 1 - EQUIPOS BIOMEDICOS DESARROLLADOS 1985 - 2003

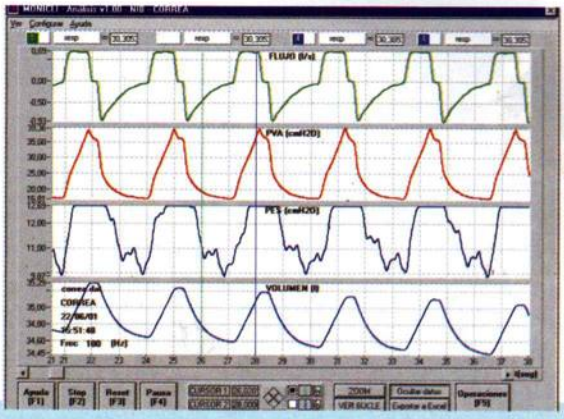
Año	Nombre		
1987	MECVENT		
1989	TACONATAL	Amplificador de latidos neonatales	Pendiente de revisión
1990	MONSE	Monitor pacientes graves	Incorporado a la asistencia hasta 2001
1989	ADSE	Interfaz de adquisición de señales	Incorporado a la investigación
1990	VESTI	Estímulo y análisis respuesta ocular	Incorporado a la asistencia
1992	AUTOVENT	Control de ventilador de pacientes	Pendiente de revisión
1993	NUCLIMAGEN	Presentación imágenes en multiplataforma	Incorporado a la asistencia hasta 1998
1994	FARCAR	Control perfusión y análisis de señales	Incorporado a la investigación
1995	MONRES 94	Monitor respiratorio sensible al tacto	Pendiente de revisión
1996	IMPEMAT	Medida de impedancia eléctrica	Pendiente de revisión
1997	CALORNAT	Control de temp. de incubadoras abiertas	Pendiente de revisión
1997	VARFRE	Monitor de variabilidad del pulso fetal	Disponible (versión DOS)
1999	ESPECAR	Espectro de potencia del pulso	Pendiente de revisión
2000	SICTI	Historias Clínicas de Medicina Intensiva	Incorporado a la asistencia
2001	CLASICAR	Clasificador de complejos QRS	Disponible
2001	MONICLI	Monitor no invasivo	Incorporado a la asistencia
2002	IMPETOM - I	Reconstrucción tomógrafica	Pronto para integrar IMPETOM
2002	ADQCAR	Adquisición de señales en tarjeta flash	Disponible
2002	IMPETOM -C	Circuito para tomografía de impedancia	Pronto para integrar IMPETOM
2002	CARDIDENT	Identifica y clasifica complejos QRS	Disponible
2002	PESOPAC	Monitor de peso sin retirar de la cama	Incorporado a la asistencia
2003	PREMAX	Medida ambulatoria de presión respiratoria	Incorporado a la asistencia
2003	IMPETOM	Tomógrafo de impedancia eléctrica	En desarrollo

por métodos no invasivos de un paciente en terapia intensiva, como los parámetros respiratorios, oximetría de pulso y electromiograma de superficie. La oferta comercial propone equipos separados y MONICLI los integra por primera vez además de generar informes de situación para alimentar la Historia Clínica a través de la red local (LAN).

SICTI Programa de historia clínica y de control de calidad de la atención en centros de Medicina Intensiva. Su particularidad es que no se limita a aspectos administrativos, si no que pone énfasis en la calidad de atención brindada, comparando acciones reales con las indicaciones del médico y dando resúmenes acerca de grupos de pacientes asistidos en una institución.

PESOPAC Esta propuesta es altamente competitiva debido a su concepto moderno de conexión a la red local del Hospital y al tratamiento complejo del peso que excluye automáticamente toda variación no atribuible al paciente. Su campo de aplicación son los Centros de Diálisis, los centros de Quemados y las camas de Medicina Intensiva.

La validez de las propuestas fue avalada por el uso de los prototipos en la clínica por parte de médicos que participaron en su concepción inicial o que estaban en su entorno profesional. El reconocimiento externo fue dado por ejemplo por la selección de todos los proyectos presentados a la exposición EUREKA en el Palacio Legislativo en 2002: de 60 proyectos aceptados, 4 eran del NIB que condensó en ellos 7 prototipos de los años 2001 y 2002.



MONICLI Pantalla de monitoreo de señales obtenidas en forma no invasiva de un paciente en terapia intensiva. Las señales presentadas aquí son el flujo aéreo, la presión en la vía aérea, la presión esofágica y el volumen corriente de un paciente en terapia intensiva. Foto Alonso-Ciganda- Díaz.

FRACASO DE ASIMILACIÓN PRODUCTIVA EN LA DÉCADA DE 1990

Gracias al ya mencionado aporte del CONICYT/BID, que permitió llevar a cabo varios de los equipos aquí reseñados, se ofreció a los proyectistas de prototipos la posibilidad de

PESOPAC Sistema para el registro continuo del PESO de un paciente sin necesidad de moverlo de la cama. Se eliminan todas las variaciones de peso derivadas de objetos o personas que se apoyen en la cama. PESOPAC registra la evolución del peso en informes para la historia clínica y se integra a la red local del Hospital. Campos de aplicación en Salas de Diálisis, Centros de Quemados y en Unidades de Cuidados intensivos. Foto Haim-Hernández-Suárez

replicarlos como primer actividad de una empresa naciente. La inversión requerida se limitaba al trabajo de armado y de búsqueda de clientes, ya que los insumos eran costeados por el Proyecto. Se fomentó de esta manera la producción inicial y la difusión en instituciones docentes médicas y en consultorios particulares. Esta posibilidad fue aprovechada por pocos proyectistas que sin embargo tenían entre manos un prototipo exitoso. A lo largo de los años 1993 hasta 2001, no se creó ningún emprendimiento duradero con este mecanismo. En cambio, gracias a la inversión independiente fueron producidos tres ejemplares de MECVENT que siguen en uso clínico. Otros emprendimientos financiados del mismo modo tuvieron éxito regional como los equipos para fisioterapia (MAGI Ltda) y los ventiladores para investigación (SAMAY del Ing. Martín Vallarino), ambos desarrollados en forma colateral al NIB.

Como se ve, la propuesta de extensión del conocimiento producido en la Universidad fracasó en la década de 1990. En prime lugar se debe mencionar como causa la coincidencia con una década (1991-2000) de grandes facilidades macroeconómicas para la incorporación de equipos importados. Se suma a esta posible causa el carácter paternalista del fomento que requería del potencial empresario la única inversión de su tiempo ya que los materiales eran adquiridos por el NIB. Otra posible razón del fracaso es que los objetivos de los destinatarios de la ayuda (los propios proyectistas) no incluían necesariamente realizaciones empresariales a sus logros técnicos. Quizás haya faltado entonces el actor apropiado con capacidad de planificación y de inversión.

EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE PROYECTOS

De los más de veinte proyectos realizados desde 1985, nos limitamos aquí al estudio de los últimos cuatro años, con vistas a aventurar alguna conclusión numérica. La unidad de estudio es el proyecto realizado por un grupo de profesionales en formación que en algunos casos no es más que una parte del prototipo de equipo clínico. Por ejemplo IMPETOM está siendo desarrollado en tres etapas, la última prevista para fines de 2004.

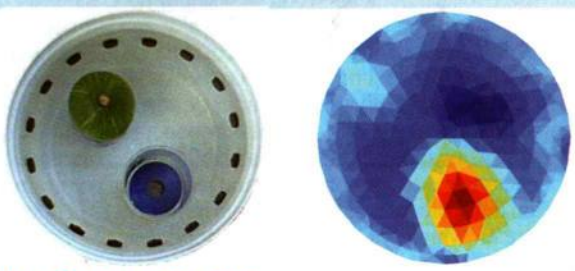
De la tabla 2 se deduce que mediante un esfuerzo promedio de 21 meses-persona y con la compra de U$S 4000 de elementos, se obtiene un prototipo de valor aproximado U$S 74000. Esta evaluación se basa en el costo de U$S 20 asignado a la hora de trabajo del profesional en formación. El precio de venta de equipos similares a los aquí desarrollados se ubica cómodamente entre el costo de los componentes adquiridos y el "valor" asignado en la tabla 2. La viabilidad de emprender la duplicación de estos prototipos estaría respaldada por la amortización del costo de desarrollo, que en definitiva es la diferencia entre el "Valor" y el costo de componentes.

ISO 9002
CEMENTOS ARTIGAS
COMPAÑIA URUGUAYA DE CEMENTO PORTLAND S.A.
ARTICOR
CEMENTO ARTIGAS PORTLAND
HORMIGONES ARTIGAS
PEGAMENTO PERFECTO IMPERMEABLE
María Orticochea 4707 / Tel.: 309 2810 / Fax: 307 1178 / E-mail: pi@cartigas.com.uy

TABLA 2 - COSTOS DE DESARROLLO DE PROTOTIPOS 1999 - 2003

Año	Nombre		Valor miles U$S	Compras miles U$S	Meses-persona
1999	ESPECAR	Espectro de potencia del pulso	62	2.2	19
2000	SICTI	Historias Clínicas de Medicina Intensiva	66	6.0	19
2001	CLASICAR	Clasificador de complejos QRS	78	1.8	25
2001	MONICLI	Monitor no invasivo de señales	81	14.9	25
2002	IMPETOM – I	Reconstrucción tomógrafica	89	8.3	25
2002	ADQCAR	Adquisición de señales en tarjeta flash	113	0.5	33
2002	IMPETOM –C	Circuito para tomografía de impedancia	80	0.7	25
2002	CARDIDENT	Identifica y clasifica complejos QRS	63	4.2	18
2002	PESOPAC	Monitor de peso sin retirar de la cama	38	0.9	11
2003	PREMAX	Medida de la presión respiratoria máxima	66	0.8	14
	Media		**74**	**4**	**21**

IMPETOM Reconstrucción tomográfica de un sólido de impedancia algo diferente de la del agua (zapallito) y de un volumen de aire (botella de plástico) inmersos en una solución de agua y sal. Este resultado fue obtenido previo al desarrollo de IMPETOM que integra la circuitería de IMPETOM-C y los algoritmos de reconstrucción de IMPETOM-I. Foto Ferreira-Rodríguez.



PLANES DE NEGOCIOS

En un esfuerzo docente conjunto con la Cátedra de Comercialización de la Facultad de Ciencias Económicas, se formaron grupos de estudio multidisciplinarios alrededor de algunos proyectos. Una vez transmitido el objetivo de cada prototipo, y analizado su costo de desarrollo y su costo de producción, se compararon las propuestas con ofertas de mercado similares. Se recabaron las opiniones de posibles interesados en su adquisición o uso con el fin de evaluar su viabilidad. Sobre los prototipos estudiados, fueron identificadas sus fortalezas, las condiciones para su adopción y en algunos casos las características adicionales que lo volverían una opción comercial viable.

La propuesta resumen adoptó las características tipo de un Plan de Marketing, incluyendo las propuestas estratégicas y de posicionamiento para cada uno de los productos.

Sobre la base de esta información los prototipos PESOPAC, IMPETOM, SICTI y MONICLI disponen ahora de un conjunto de evaluaciones realizadas en forma independiente del equipo de desarrollo. Estos datos anexos son de gran importancia para transitar el camino de formulación de algún plan de negocios dirigido a la producción de los prototipos para su comercialización.

APORTES DE LA UNIVERSIDAD A LA SOCIEDAD

En los últimos años las pequeñas y medianas empresas de desarrollo de programas han tenido en Uruguay un merecido éxito de exportaciones y en la venta de consultorías. Este sector tiene muchos puntos en común con el de los equipos biomédicos, por su elevado valor agregado de ingeniería y modestas inversiones en medios de producción. Sin embargo, la relativa independencia del producto informático con respecto al cliente ha permitido que prosperen empresas independientes y prácticamente autosuficientes. En la Ingeniería Biomédica, en cambio, el desarrollo está fuertemente vinculado a la investigación médica en los centros académicos. Una vez producido un desarrollo original, en los países de economía desarrollada existen varios mecanismos para fomentar el pasaje del producto a la esfera privada. De esta manera se fomenta el empleo, la actividad industrial y comercial hasta la exportación. A pesar de su impecable presentación, los equipos biomédicos que el Uruguay importa tienen sus prototipos iniciales no muy lejos en el tiempo además de ser fabricados en series muy limitadas. El precio de venta no refleja su amortización en estas series pequeñas ya que es el resultado de decisiones de fomento complejas que favorecen la producción y exportación de productos altamente tecnológicos. El desarrollo de la investigación biomédica y por

consiguiente y a la par, del desarrollo del equipo y de sus programas, hace que pronto haya nuevos modelos. Entonces nuevamente las instituciones uruguayas deberán importar el equipo más reciente.

CONCLUSIÓN

No abogamos por el desarrollo de la extensísima gama de equipos en uso en un hospital moderno y en todos los consultorios y centros de salud. Pensamos sin embargo que la sociedad uruguaya podría darse la oportunidad de intentar apoyar, con criterio y continuidad, algunas líneas prometedoras. Todo inversor sabe que los proyectos exitosos son solamente una ínfima proporción de los emprendimientos intentados, de allí la denominación de "inversor de riesgo" que se reserva para los casos en que el desenlace no es conocido de antemano. En la situación actual, más que nunca, pensamos que de los magros recursos del país debería ser destinada una parte a la exploración de vías cuyo potencial aun no fue evaluado en la prueba de producción y en la prueba de mercado. Las condiciones de base están dadas y la Universidad está cumpliendo su función de formación y de innovación tecnológica. Queda en manos de otros actores ahora el tomar la posta y articular las transferencias hacia el mundo empresarial.

Pensamos que, además de apoyar a una posible industria nacional creciente, se trata de confiar en la capacidad y conocimientos de nuestros profesionales. El crecimiento que se derive de ello será visible no solamente en el plano económico, sino también en el plano humano y social, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de nuestra población.

En esta publicación se ha intentado mostrar un ejemplo de lo que en nuestro país se puede hacer en materia de desarrollo de equipos médicos. Es nuestra la decisión de aunar esfuerzos para darle la posibilidad de hacer su aporte en una escala mayor. Además de los órganos de gobierno, deberían unirse los Profesionales, los Inversores y Centros Médicos para reforzar y aprovechar los aportes que genera la Universidad en el área de la Ingeniería Biomédica como herramienta de crecimiento y desarrollo de nuestra sociedad.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICYT) y al Programa de Desarrollo Tecnológico (PDT) del Ministerio de Educación y Cultura, que instrumenta los recursos que el Estado concede para fomentar la innovación tecnológica.

Dentro de la Universidad de la República, a la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC) uno de cuyos llamados de fortalecimiento institucional fuera ganado por el NIB para reforzar su plantel docente y al Posgrado de Especialización en Marketing de la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración por interesarse en los aspectos de viabilidad comercial de algunos proyectos del NIB.

Al Hospital de Clínicas (HC) que alberga la sede del NIB y que representa la fuente de inspiración cotidiana por el contacto con los departamentos clínicos. Al Centro Latinoamericano de Perinatología y Desarrollo Humano (CLAP) también ubicado en el HC con el cual se definen equipos de la especialidad, por varias áreas de colaboración enmarcadas en el Convenio Tripartito de creación del CLAP (MSP-Universidad-OPS/OMS).

A los docentes del NIB y del Instituto de Ingeniería Eléctrica que nos han acompañado en el seguimiento de estos desarrollos: Ing. Andrés Azar, Ing. Omar Barreneche, Prof. Ing. Rafael Canetti, Ing. Luis Ferrari, Ing. Alvaro Gómez, Ing. Pablo Mazzara, Ing. Pablo Musé, Ing. Juan Pablo Oliver, Ing. Julio Pérez, Prof. Ing. Gregory Randall, Ing. Linder Reyes, Ing. Rafael Sanguinetti, Ing. Fernando Silveira, Ing. Hugo Valdenegro e Ing. Martin Vallarino.

Los grupos médicos que han definido las características de los equipos y que los han usado una vez terminados: Dr. Justo Alonso, Dr. José Arcos, Dr. Hernán Artucio, Dr. Alvaro Biestro, Dr. Daniel Bulla, Dr. Humberto Correa, Técnica Neumóloga Alicia Da Rosa, Dr. Jorge Depaula, Dr. José-Luis Díaz-Rossello, Dr. Paul Estol, Dr. Javier Hurtado, Dra. Graciela Lagos, Dra. Mariela Lujambio, Dr. Omar Macadar , Dr. Miguel Martell, Dr. Fernando Mut, Dr. Jorge Neme, Dr. Walter Olivera, Dr. Daniel Rivara, Dr. Carlos Romero, Dra. Cristina Santos, Dr. Hamlet Suárez, Dr. Gustavo Tamosiunas y Dr. Eduardo Touya.

A los ingenieros que han completado su formación profesional en el desarrollo de los equipos biomédicos reseñados en este artículo:

Sergio Basalo, Héctor Deambrosi, Eduardo Cassou, Jorge Stolovich, Gabriel Chapt, Luc Chapt, Rafael Sanguinetti, José Pedro Podestá, Wadaed Uturbey, Pablo Del Prato, Daniel Delisante, Fernando Crego, Alvaro Giusto, Juan José Pérez, Gustavo Coppola, Alejandro Paz, Inés Pérez, Gonzalo Casas, Marcel Kuza, Gabriela Ratafiá, Graciela Facelli, Laura Gesto, Raúl Rego, Cecilia Frugoni, Ramiro Escuder, Lauro Artia, Fernando Bianco, Jorge Porto, Danilo Baritussio, Isaac Shlaman, Juan Reboulaz, Ruben Ingver, Ricardo Clavijo, Pablo Galmarini, Martín Pomar, Rodrigo Filgueira, Marcelo Rodríguez, Carlos Ferreira, Andrea Arcia, Marcos González, José Alfaro, Tabaré Forcellati, Fabián Sarutte, Rafael Alonso, Juan Carlos Cigarán, Leonardo Díaz, Pablo Aguirre, Juan Cardelino, Nicolás Loeff, Raúl Hartman, Jorge Lobo, Mateo Ruétalo, Javier Borca, Rodrigo Duarte, Javier Rodríguez, Fiorella Haim, Rogelio Hernández, Rodolfo Suárez, Adriana Ferreira, Alfredo Rodríguez, Nelson Churi, Yennyfer Forelius, Alejandro Hodos, Santiago González, Andrés Liguori, Walter Quinteros. Ciro Mondueri completó mediante la modalidad de Módulo de Taller un proyecto e instalación telemática.

Recordamos aquí la figura del Prof. Agr. Dr. Fernando Nieto, cardiólogo, biofísico y bioestadístico, fallecido prematuramente en febrero de 2000, cuyo conocimiento combinado de la fisiología y de la ingeniería electrónica se plasmó en ideas, realizaciones y docencia ejemplares desde años antes de la creación del NIB y sin cuyos aportes muchos de los proyectos aquí presentados no hubieran sido posibles.

Agradecemos los comentarios y aportes a la redacción de este artículo que hicieron el Ing. Jorge Puchet, el Ing. Fernando Brum, el Dr. Javier Hurtado, y el Br. Daniel Geido.

BIBLIOGRAFÍA Y SITIOS INTERNET

Estos proyectos están descritos en http://www.nib.fmed.edu.uy/

Estol Hayward P, Simini F. Espirometría dinámica en 200 niños menores de 6 años sin patología: una aproximación a los patrones normales. Revista Médica del Uruguay 1997; 13:191-200.

Simini F, Nieto F, Canetti R, Tonarelli P, Ruggia R (hijo), Randall G. Ingeniería biomédica e informática médica: una nueva especialización en la Facultad de Ingeniería. Revista Ingeniería, Montevideo, 2001; p. 21-24

Simini F. Incorporación de tecnologías médicas. Revista Ingeniería, Montevideo, 1997; 28:30-7.

Simini F. y otros "Dado de datos" Catálogo EUREKA, Poder Legislativo, página 84, Montevideo, 2002

Simini F. y otros "IMPETOM" Catálogo EUREKA, Poder Legislativo página 85, Montevideo, 2002

Píriz H. y otros "PESOPAC" Catálogo EUREKA, Poder Legislativo página 85, Montevideo, 2002

Hurtado J. y otros "MONICLI" Catálogo EUREKA, Poder Legislativo página 86, Montevideo, 2002

Simini F, González S., Haim F. y Lobo J. "Biomedical Prototype Development in Uruguay: 15 years and lessons learned" World Congress of Biomedical Engineering, Sydney Australia, August 2003.

Mujica Sallés A. "Arranjos cognitivos en Ingeniería Biomédica: ¿bases para la construcción de una oportunidad productiva en el Uruguay?" Ponencia presentada al Seminario Internacional: Políticas para Sistemas Produtivos Locais de MPME, Mangaratiba, Rio de Janeiro, Brasil, 11 a 13 de marzo de 2002.

1 Profesor Agr. de Ingeniería Biomédica, Núcleo de Ingeniería Biomédica (NIB) de las Facultades de Medicina e Ingeniería, Hospital de Clínicas piso 15 sala 2, 11600 Montevideo, URUGUAY simini@fing.edu.uy y sitio internet en www.nib.fmed. edu.uy . El NIB está integrado al Departamento de Control y Electrónica Industrial del Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería.

2 Profesor Director del Departamento de Fisiopatología de la Facultad de Medicina, Universidad de la República, Montevideo.

3 Profesor de Comercialización y Director del Posgrado de Especialización en Marketing. Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República, Montevideo.

De la Suiza de América A la Dublín del Sur

Adrián Edelman, Pablo Regent y Leonardo Veiga *

Primera Parte del artículo publicado originalmente en la "Revista de Antiguos Alumnos de IEME", de fecha agosto 2003.
Los autores definen los actuales modelos de negocios del sector Tecnologías de la Información, identifican los frenos que existen para un desarrollo cuantitativo y establecen una serie de recomendaciones para eludir obstáculos y favorecer el crecimiento.

Artículo publicado con autorización de la Revista de Antiguos Alumnos del IEEM-Universidad de Montevideo.
Prohibida su reproducción sin autorización del IEEM.

El siglo XXI ha traído muchos cambios a nuestro país. Uno de ellos es que a nadie se le puede ocurrir insistir en que seguimos siendo la Suiza de América, a menos que se piense en la Suiza de los tiempos medievales.

La resignación y el desánimo se han vuelto sentimientos peligrosamente instalados en el ánimo de los uruguayos. Los ciudadanos escuchan permanentemente a reputados economistas explicar la multiplicidad de factores que coadyuvan para generar un estado de cosas en donde la propia viabilidad del país está en juego. Entre ellas la ausencia de un mercado doméstico que justifique la radicación de inversiones, incertidumbres cambiarias y restricciones no arancelarias de los socios del Mercosur que hacen el acceso a sus mercados riesgoso, con similar efecto sobre la radicación de inversiones; una presión fiscal muy alta que no tiene correlato en un retorno social adecuado; un mercado internacional caracterizado por subsidios agrícolas y fuertes barreras al ingreso en la mayoría de los mercados, lo cual mina el desarrollo de nuestro sector agrícola; altos costos salariales e incapacidad de generar emprendimientos que permitan retener a los recursos humanos más valiosos.

Ante este panorama intimidante, los últimos años del siglo pasado nos mostraron a un grupo de uruguayos que creyeron que todos esos obstáculos eran superables: las barreras que otros gobiernos imponen al comercio difícilmente afectan a sus productos, el costo de la mano de obra nacional no es el factor determinante para su éxito, las incertidumbres regionales cada vez los afectan menos en la medida que su mercado pasa a ser el mundo, el mercado doméstico es lo suficientemente desarrollado como para constituirse en punto de partida para el desarrollo de sus productos. Esos emprendedores son los industriales del software. Trabajaron en forma silenciosa, ignorados por los grupos de poder y las distintas reparticiones estatales. Pero llegó un momento que el volumen de su éxito[1] -enorme a escala nacional, insignificante a escala mundial- llamó la atención de agentes ajenos al sector y comenzó a conocerse la historia de los emprendedores más exitosos.

El gobierno percibió la existencia de un patrón sectorial de éxito que era merecedor de emulación y estímulo, razón por la cual el gobierno invitó a algunos empresarios de renombre a que trabajaran juntos para desarrollar un plan que favoreciera el trabajo con valor agregado de los uruguayos, y posibilitara de esta forma nuevas vías de exportación. Este grupo de empresarios, llamado Consorcio Asesor Empresarial (CAE), llevó adelante diferentes iniciativas; una de ellas, se concretó en la solicitud a los autores de este artículo para que llevaran adelante un estudio que sirviera de materia prima para confeccionar una serie de recomendaciones tendientes a incrementar el volumen exportador de la industria asociada a las Tecnologías de la Información (TI).

El trabajo[2], realizado durante gran parte del 2002, se plasmó en un informe que fue entregado en su momento al CAE. En ese informe, del cual este artículo es solamente una presentación parcial, se encuentran pautas que los autores creen pueden llegar a ser una forma no ya de volver a ser la Suiza de América, pero si quizás la Dublín del Sur.

Para los que se encuentran cercanos a las TI, la referencia a Irlanda no merece explicación; para los que aún no se han acercado al sector, les recomendamos que conozcan parte del cambio trascendental que logró un país de menos de cuatro millones de habitantes -agropecuario por donde se lo mire, con muy bajos niveles de riqueza para la región y con grandes problemas de emigración entre su población joven- al trabajar fuertemente en la línea de las oportunidades que ofrece el mundo de las Tecnologías de la Información[3].

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Cuando una persona no pertenece a un sector en particular suele aceptar lo que oye sobre ese sector Universidad de Montevideo como cierto, siempre y cuando lo que se diga suene sensato. En general, las personas que aparecen en la televisión o que son entrevistadas en los programas radiales acostumbran decir cosas razonables. Es por ello que al espectador se le genera un cierto conflicto pues

no entiende como todo el mundo dice cosas muy sensatas que luego no son llevadas a la práctica.

La dificultad se encuentra en que ante el público se suele hablar en titulares. Este lenguaje de letras de molde obliga a simplificar lo complejo. Se dan recetas generales que llevan a la gente un poco más despierta a pensar que algo más debe haber, pues si fuera tan sencillo no se entiende la razón del porqué se habla tanto y se hace tan poco. Algunos consideran, una teoría muy uruguaya por cierto, que la causa de esta inacción se encuentra en la existencia de una mano negra que impide que los orientales alcancemos la felicidad y la alegría debido a intereses espurios e inconfesables.

La realidad, sencilla aunque no guste, es que no existen sectores generales sino que la realidad económica se compone de micro realidades, que algo tienen que ver en conjunto pero que, puestos a tomar medidas que a todos convengan, coinciden en muy poco. Esto es lo que sucede en el caso del sector TI. No se puede hablar de un sector si con ello se quiere decir que hay una serie de empresas que tienen tanto en común como para que su éxito y su fracaso se pueda explicar mediante un número limitado de variables. En lugar de formar un sector homogéneo, las empresas de TI sólo se parecen entre sí cuando se reconocen ciertos subgrupos o modelos que dependen de algunas características propias y de la forma en que se relacionan con proveedores y clientes.

ESTRUCTURA DEL ESTUDIO

En este artículo comenzaremos por presentar un mapa de estos sub sectores o modelos que hemos definido a lo largo de nuestra investigación. La metodología se basó en identificar las principales variables en que se apoya cada negocio. En concreto, nos concentramos en la naturaleza del producto, el grado tecnológico, el mercado objetivo, la fuente de ventaja competitiva, la estructura de costos. Difícilmente todas las empresas encajen cien por ciento en estos modelos, usualmente son una combinación de algunos de ellos. A la vez, muchas empresas tienen líneas de negocios que abarcan más de un modelo. Sin perjuicio de ello, cada tipo de modelo tiene sus propias exigencias en materia de capacidades requeridas y estrategias de desarrollo consistentes con esas capacidades, razón por la cual el que una unidad de negocios procure combinar en sí más de un modelo, debería ser -por lo menos- un llamado de alerta para quienes la dirigen.

La segunda parte del artículo muestra lo que los autores han hallado como inhibidores al desarrollo de los emprendimientos en TI. Estos inhibidores se generan tanto en comportamientos individuales de las empresas como en ciertas conductas que hacen al comportamiento colectivo de un grupo de empresas que comparten los mismos tipos de problemas.

Una vez analizados los problemas que dependen de la autodeterminación de los empresarios del sector, se describen las limitaciones vinculadas al país, a su tamaño, a sus carencias estructurales y a las críticas presentadas como las razones de todos los males del atraso uruguayo. Es importante no perder de vista al leer esta sección, que sólo parte de los problemas que frenan el crecimiento del sector están en manos de terceros, gran parte de los inhibidores dependen de que los propios empresarios del software decidan que las cosas cambien.

Por último, se exponen una serie de recomendaciones que de ser llevadas a cabo, prometen facilitar el desarrollo exportador del sector, porque eliminan algún inhibidor y porque favorecen las posibilidades de las ventajas comparativas que nuestro país tiene en este aspecto en particular. Estas recomendaciones son luego ordenadas según el impacto que habrían de tener en los diferentes modelos de negocio identificados en la sección primera del trabajo (ver anexo 1).

I MODELOS DE NEGOCIO EN EL SECTOR

MODELO 1: PRODUCTO ESTÁNDAR

Este modelo de negocio está dedicado a la producción de software estándar o en paquetes. Se caracteriza por estar dirigido a mercados más bien masivos[4] y ser de aplicación relativamente universal. Se trata de productos que no requieren más personalización que la que el propio usuario sea capaz de realizar. En el caso de que necesiten intervención del proveedor u otro intermediario para su instalación, ésta es sencilla y muy estandarizada. Un ejemplo que ha de ser conocido por los lectores es el caso de los productos que la empresa Memory ofrece en el área de la contabilidad. El motor para el desarrollo del producto es la detección oportuna y la interpretación correcta de las necesidades del cliente. La percepción y valoración que el cliente realice sobre los atributos del producto constituye su ventaja respecto a los competidores. Requiere de una inversión inicial elevada para costear el desarrollo de primera fase. Durante ese período, todos los costos resultan fijos. La presión por amortizar rápidamente la inversión inicial estimula el intentar ampliar la base de clientes.

Una vez desarrollado el producto básico, los costos son de distribución. Éstos se reducen a la presencia física de la fuerza de ventas y al costo propio de la distribución física del producto (cada vez menos significativo) y al costo del soporte al usuario.

Variables clave para el éxito:

- adecuar el desarrollo inicial a las necesidades del cliente potencial;
- soportar el período de inversión inicial hasta su repago;
- mantener el producto actualizado en función del avance de la tecnología y de los cambios en las necesidades de los clientes;
- en la fase previa al desarrollo inicial, encontrar «padrinos» dispuestos a compartir los riesgos en base a la expectativa creada alrededor de una buena idea y la confianza en el emprendedor;
- en la fase de explotación, todas las actividades de comercialización.

MODELO 2: IMPLEMENTADOR

El servicio principal es la implementación de soluciones y sistemas de TI, desarrollados por ellos mismos o por terceros, completamente a medida o semiestandarizados a través de variables parametrizables.

Las actividades de implementación requieren conocimiento del negocio de cada cliente y exigen establecer relaciones en varios niveles de la organización, usualmente por períodos importantes de tiempo. La naturaleza de

los proyectos requiere frecuentemente la realización de consultorías previas o simult áneas.

La metodología y la gestión de proyectos son imprescindibles para finalizar cada servicio con satisfacción para el cliente y sin pérdidas operativas. El mejor ejemplo de este modelo es cualquiera de las empresas que poseen una línea de negocio con ERPs; ya sea de desarrollo propio o, el caso más común, con sistemas como SAP, PeopleSoft o similares.

Los costos variables son elevados y corresponden fundamentalmente a intangibles. En realidad son variables por proyecto pero no suelen serlo por hora de trabajo una vez asignada la dotación del equipo asignado al proyecto. En algunas empresas, estos costos variables se convierten en fijos debido a una política de recursos humanos basada en mantener un plantel de consultores en forma permanente. Las ventajas por las cuales compite una empresa de este tipo también son intangibles, relacionadas con la percepción de los clientes actuales y potenciales sobre su capacidad de resolver problemas.

Variables clave para el éxito:

- desarrollo de metodología y gestión de proyectos;
- formación de equipos y líderes capaces de representar las capacidades de la empresa;
- crear y mantener ante los clientes imagen de empresa cumplidora . historial limpio en cuanto a inexistencia de proyectos fracasados;
- prever correctamente el presupuesto para cada implementación;
- asegurar la finalización exitosa de cada implementación dentro de los límites del presupuesto.

MODELO 3: INVESTIGADOR DE AVANZADA

Este modelo de negocio se centra en la creación de productos de tecnología, suele ser proveedores de otras empresas del sector TI o de otros sectores demandantes de tecnología. Requiere de una inversión inicial elevada para sostener el desarrollo básico, que por su propia naturaleza resulta difícil de estimar. Durante ese período, todos los costos resultan fijos. La presión por amortizar rápidamente la inversión inicial estimula el intentar ampliar la base de clientes.

Una vez desarrollado el producto básico, el esfuerzo se orienta a extender la base de clientes. Conceptos como creación de comunidades, grupos de usuarios calificados o códigos abiertos, son todas tácticas tendientes a lograr la aceptación del nuevo producto por parte de determinada masa crítica o base instalada indispensable para la supervivencia. Se basan en el alto perfil de desarrollo tecnológico.

El motor del desarrollo de productos es el cliente pero suele suceder que éste no conoce o no sabe explicitar sus necesidades en esta materia, o incluso que la necesidad sea creada a partir de la existencia del producto. El límite es el impuesto por el propio avance de la ciencia y la tecnología.

Si bien los ejemplos de este modelo son bastante más escasos que los anteriores, existe uno que es conocido por la gente del sector y por quienes no están en él; se trata de Artech, conocido principalmente a través de Genexus.

Variables clave para el éxito:

- visionarios en tecnología;
- acceso a capital de riesgo;
- capacidad para pasar del desarrollo básico al aplicado;
- estar al tanto de los avances mundiales, evitando inventar lo ya inventado, llegar segundos en un nuevo desarrollo;
- lograr a tiempo una masa crítica de usuarios.

MODELO 4: MAQUILA

Con este nombre -por analogía a las empresas instaladas en la frontera norte mexicana para proveer con mano de obra barata a compañías americanas nos referimos a empresas cuyo producto principal es la disponibilidad de habilidades y capacidades para realizar tareas más bien repetitivas o con menor valor agregado (en términos relativos al valor intelectual o creativo), y en volúmenes suficientes que permitan economías de escala. Por ejemplo, programación de líneas (sin análisis de sistemas) y operación de call-centers; el sector TI en India ha logrado una posición de liderazgo a escala mundial en esta modalidad.

En este modelo hace falta cumplir con estándares y operar a un costo que permita bajos precios. La confiabilidad, disciplina, eficiencia y capacidad de gestión son los atributos que hacen a las empresas competitivas. Los costos variables son los que mandan. En su versión más básica y primitiva, la mano de obra se traslada a los sitios donde es requerida a realizar las tareas de menor valor agregado. En un estadio más avanzado, a medida que la confiabilidad en las capacidades de gestión y control del operador son mayores, y siempre que la tecnología lo habilite, el servicio puede ser prestado en forma remota desde cualquier ubicación.

Variables clave para el éxito:

- cumplimiento de estándares,
- capacidad para procesar volúmenes grandes,
- costos de producción significativamente menores que en los mercados objetivo o en configuraciones tradicionales,
- factores culturales valorados por los mercados cliente,
- fuerte desarrollo en metodología y herramientas de gestión,
- comercialización.

MODELO 5: INTEGRADO A TECNOLOGÍA

Existen en Uruguay emprendimientos basados en la producción de dispositivos o servicios relacionados a la Tecnología de la Información como parte integral de otros desarrollos tecnológicos, que requieren usualmente la investigación conjunta con otras disciplinas científicas. El ejemplo uruguayo más representativo es la fabricación de marcapasos (CCC).

El desarrollo y la producción son complejos, requieren de alta especialización y muy buena integración con técnicos de otras disciplinas. La administración de esta integración define buena parte del éxito. La especialización hace que el mercado sea global desde la misma concepción del producto, por lo que los estándares a cumplir y los clientes a satisfacer son de clase mundial. La obtención de un reconocimiento por una parte significativa de la comuni-

dad científica o de clientes, permite el desarrollo de servicios relacionados, usualmente muy redituables y de facturación recurrente. Requieren de una inversión inicial elevada, para costear la fase de desarrollo, que por su propia naturaleza resulta difícil de estimar. Los costos fijos se componen principalmente de Investigación y Desarrollo.

Variables clave para el éxito:

- existencia de sectores fértiles para el desarrollo de tecnología de punta que puedan servir de «excusa»;
- acceso a capital de riesgo;
- buena coordinación con sectores científicos o técnicos de otras disciplinas;
- posibilidad de mantenerse en el «cutting edge» del desarrollo científico y tecnológico.

II INHIBIDORES DEL DESARROLLO

Los frenos que parecen existir para que el sector logre un crecimiento cuantitativo se encuentran tanto en algunas debilidades de las propias empresas como en la existencia en el entorno de algunos factores que se presentan como una desventaja competitiva para que los empresarios del sector puedan hacer crecer sus compañías. Esta disquisición no es menor ya que es muy común que los empresarios, de diferentes sectores, invoquen causas externas con el fin de justificar sus dificultades para crecer y consolidar empresas sanas y competitivas a escala internacional. Es por eso que continuamente se escuchan reclamos dirigidos hacia el sector público y, principalmente, hacia el propio gobierno nacional. Sin lugar a dudas, en muchas ocasiones se debe a causas externas pero ¿no hay nada que cada empresa a escala individual, pueda hacer para beneficiar su posición competitiva?

En el sector de TI, o del software en forma más concreta, la actitud predominante ha sido no la de quejarse y pedir ayudas gubernamentales sino que en forma silenciosa, unos empresarios que se hicieron a sí mismos, construyeron lo que hoy se conoce como un sector importante y con potencial de desarrollo. Ahora es el momento de dar el salto cuantitativo: más de lo mismo o pasar a jugar en primera división. Para eso es necesario eliminar una serie de inhibidores que en gran medida dependen de los propios empresarios, y otros que obviamente están sujetos a la voluntad de diferentes actores; a veces autoridades nacionales y a veces jerarcas de empresas públicas.

En el próximo apartado abordaremos las restricciones encontradas, con enfoque en aquellas que dependen del accionar de las propias empresas, para luego pasar a las que están condicionadas a acciones de agentes externos al sector.

INHIBIDORES INTERNOS

Podemos presentar estas limitaciones en dos grandes categorías. En primer lugar, las que tienen que ver con carencias que dependen pura y exclusivamente de la actitud de la empresa individual. Luego veremos que hay otros inhibidores que están regidos por el comportamiento de las empresas como cluster, que dependen del accionar colectivo sin que la empresa individual pueda influir mayormente.

Comenzaremos por alertar sobre la ausencia de un futuro planificado. Esta «pereza» para intentar diseñar el futuro que deseamos para nuestros emprendimientos tiene mucho que ver con la génesis de muchas de las actuales empresas del sector.

El origen de muchas de ellas ha sido la detección de oportunidades (requerimientos) por parte de un grupo de tecnólogos, que por alguna razón circunstancial[5] obtienen vinculación con determinado tipo de cliente. Naturalmente, en estos comienzos el norte de la planificación es consolidarse y sobrevivir. A medida que pasa el tiempo las empresas necesitan que su estructura se adapte a la estrategia definida por la dirección de la organización. Aunque resulta relevante para cualquier empresa, más importante es para las del sector TI, donde la atención de los «fundadores» está algo sesgada, habitualmente, a la función esencialmente técnica.

Resulta imprescindible ingresar en un ciclo de planificación del futuro deseado que posibilite recorrer el ciclo estrategia estructura, y lograr de esta forma que la empresa se adapte en cada momento a las estrategias seguidas por la organización. Pero la definición de estas estrategias también ha de ser considerada dentro de un ciclo de planificación que apunte a no perder el foco en las variables clave del negocio, evitando pasar -sin darse cuenta- del mercado estructural al mercado marginal.

Una de las decisiones que marca la transición a la madurez, usualmente postergada, es focalizarse en determinadas capacidades, productos o mercados, y abandonar todas las demás. Dentro de este proceso de planificación del futuro, enmarcado en las variables clave del negocio, se ha de contar con algún instrumento de evaluación de lo que se conoce como incertidumbres estratégicas[6]. La ausencia de estos instrumentos condenarán a la empresa a descubrir demasiado tarde la obsolescencia de sus ventajas competitivas. A nadie debe extrañar entonces que en las empresas de TI exista una casi nula exploración de alternativas de expansión, lo cual ha sido identificado como una segunda barrera que enlentece el crecimiento del negocio.

Cuando la mayoría de las empresas que se han creado para satisfacer demandas locales se dan cuenta de que el mercado nacional ya está cubierto, salen a la región a capturar nuevos mercados que les permitan mantener la estructura o el ritmo de crecimiento.

La adecuada percepción que tienen sobre el carácter vital de la exportación no concuerda con los esfuerzos destinados a lograrlo.

Solamente la selección del camino para la exploración de nuevos mercados implica una dificultad superior. Esta selección debe considerar diversas alternativas no excluyentes, por ejemplo, encontrar un socio local para la distribución, incorporarse a la cartera de productos de un distribuidor regional, establecerse en forma independiente, o apoyarse en una marca de reconocimiento internacional. En lugar de fundamentarse en un análisis sólido sobre las fortalezas y debilidades en diferentes escenarios, es usual que el disparador de la orientación hacia el exterior sea más bien anecdótico (un acceso a la página web, un conocido en otro país, un contacto casual).

Pocos empresarios disponen de información cuantitativa y cualitativa sobre los mercados a los cuales pretenden penetrar, mucho menos las manejan con fluidez. Esta

carencia para obtener información de los mercados a atacar se ve reforzada por un fuerte sesgo en la dedicación diaria a las actividades demandadas por el cliente. Cualquier persona que ha vivido en el sector estará de acuerdo en que salvo excepciones, las tareas que no paga el cliente directamente, son postergadas.

Las tareas que no están asociadas directamente al proyecto de un cliente, tales como el desarrollo de metodología, la mejora de procesos internos, la documentación y la formación interna, son sistemáticamente postergadas. Lo trágico de este comportamiento es que estas actividades son las que Stephen Covey7 denomina del cuadrante II (importantes y no urgentes), aquellas que construyen los medios y las capacidades de producción. Renunciar a ellas, o postergarlas indefinidamente, significa hipotecar el desarrollo y crecimiento sostenible de la empresa. El agobio de los directivos de las empresas en esta situación, provocado por la necesidad de atender los negocios imprescindibles para sobrevivir no les permite, según sus propias palabras, dedicarse a estas funciones que reconocen como «importantes, pero para más adelante».

Las tres vallas anteriores se unen para formar un nuevo obstáculo: la constatación de la gran dificultad que tiene casi cualquier empresa de TI uruguaya para convertirse en una empresa profesional, por oposición a la que es dirigida por sus propios dueños. El salto de empresas unipersonales -dirigidas y gestionadas por uno, dos o tres directores fundadores- a empresas corporativas, es percibido muchas veces como el techo límite de crecimiento posible, en función de las limitaciones propias o auto impuestas de los directivos (capacidad, tiempo, voluntad). La gestión organizada y escalable no es solamente un asunto cultural ni de limitaciones de inversión (aunque puedan influir), sino de aprendizaje de habilidades y de aplicación de metodologías. Para cada momento de la empresa se necesita un equipo de dirección diferente. Ser el dueño de una empresa, haber sido el fundador, poseer condiciones demostradas de emprendedor, no dan ningún derecho objetivo para gerenciar la consolidación del «boliche» -muy rentable eventualmente- en una empresa hecha y derecha. Quien fuera el artífice del éxito pasado y presente se puede convertir en la piedra angular del fracaso en el futuro cercano.

Hasta ahora hemos identificado inhibidores de carácter estratégico. Problemas de planificación, en la definición de la estructura de decisión y en la función de investigación y búsqueda de nuevas oportunidades. Pero también encontramos graves dificultades para hacer bien algunas cuestiones básicas a nivel operativo. En primer lugar, es patente la escasez de habilidades y capacidades comerciales. Definitivamente la mayoría de las empresas demuestran escasas habilidades para establecer planes comerciales, para organizar la distribución o para ejecutar las acciones de venta. Este comportamiento tiene raíces muy profundas en la forma como nacieron y crecieron las empresas. Típicamente, surgieron como respuesta a un problema concreto de un cliente; ante la demanda de solución de problemas similares, se tiende a estandarizar el producto; la aparición de nuevos clientes con nuevos problemas, orienta el desarrollo de nuevos productos. Salvo excepciones, nunca tuvieron necesidad de esfuerzos de venta profesionales e importantes; en general se han movido como respuesta a las demandas de los clientes y han sido éstos sus principales promotores -directa o indirectamente- entre sus colegas.

Además, las empresas del sector no han vencido aún el paradigma de la obligatoriedad de pertenecer a la «casta» de los profesionales en informática para desempeñarse en la empresa, aún en funciones no técnicas. Por lo tanto no son afectas a contratar un profesional de la comercialización. Pero los propios técnicos tampoco tienen «gusto» por las actividades comerciales, de hecho hasta existe algún tono de prejuicio o desdén sobre las actividades comerciales. La formación profesional no destaca la importancia del marketing y la venta. Y mucho menos aporta herramientas de análisis para enfrentar con cierto grado de solidez el riesgo inherente en cualquier emprendimiento. Estos factores resultan en definitiva en que la función comercial esté subdesarrollada en la mayoría de las empresas del sector TI.

Pero si lo comercial es importante y se lo detecta como algo a mejorar, la gestión operativa, la fábrica propiamente dicha, también aporta su granito de arena para que la empresa adolescente no alcance la madurez. Existe consenso entre los entendidos que se necesita profesionalizar la gestión de proyectos. Hay oportunidades para mejorar la rotación de los activos (los equipos de personas) a través de la gestión más eficiente de los proyectos, ya sea en casa de clientes como en los proyectos de desarrollo. Algunas empresas toman los plazos a los que están acostumbradas como estándares del mercado y no consideran siquiera la posibilidad de reducirlos mediante mejora de procesos. El análisis cuidadoso de la metodología y la tarea de desarrollar procedimientos, también son parte del aseguramiento de la calidad. Hacerlo bien en el plazo inadecuado es una forma más de limitar el tipo de cliente que puede estar dispuesto a comprar. O se está a la altura de estándares internacionales o sólo se vende a clientes de segunda línea, o de tercera.

Hasta aquí hemos visto una serie de realidades que aunque negativas en forma aislada, están en manos de la iniciativa de los propios dueños el que comiéncen a dejar de actuar como freno. Es aquí donde debemos presentar un nuevo inhibidor, que está basado en cierto comportamiento individual que al hacerse colectivo resta mucho a las ansias de despegue del sector. Nos referimos a la constatación de que no son comunes las prácticas cooperativas entre empresas del sector.

Si bien existe una cierta tendencia a describir al sector como cooperativo, no se detecta ninguna evidencia de la existencia de prácticas sistemáticas en este sentido[8]. El carácter complementario de las capacidades es generalmente el determinante a la hora de establecer relaciones de asociación, por ejemplo, para la exploración conjunta de un nuevo mercado. Una empresa confía en realizar un emprendimiento conjuntamente con otra, solamente cuando estima que no hay posibilidades de competencia franca, por la absoluta separación de mercados o productos. Lamentablemente, es muy posible que en estos casos la eficacia de la cooperación sea poco significativa. Es válido pensar que este tipo de comportamiento indica que las empresas no están preparadas para sumar sus esfuerzos,

aún cuando compitan entre sí. Sin embargo, las oportunidades para la cooperación son múltiples, por ejemplo, en los siguientes campos:

- desarrollo e investigación (requerimientos horizontales comunes a todas las empresas del sector);
- exploración y apertura de mercados;
- marketing y ventas;
- escala: agrupar capacidad suficiente para servir mercados o clientes a los cuales no sería posible hacerlo en forma individual;
- compartir riesgos;
- compartir y eventualmente reducir costos de ciertas actividades;
- asegurar capital de inversión en volúmenes mayores a cierto nivel crítico.

Para ilustrar esta situación, nos referimos a los proyectos de investigación en temas de TI que se presentaron últimamente al PDT9 para obtener financiamiento. La mayoría corresponden a empresas individuales o grupos de empresas vinculadas a través de una cadena de abastecimiento (relaciones proveedor-cliente, no de cooperación paralela), y prácticamente ninguno corresponde a proyectos asociativos (empresas del mismo sector asociadas para investigar o desarrollar).

El escepticismo que puede invadir al lector dada esta reivindicación de cooperación entre competidores, merece al menos la siguiente consideración: una empresa nacional no compite con otra que hace lo mismo si ambas quieren atacar el mercado mexicano; éste es suficientemente grande para que ambas trabajen juntas, y posiblemente, de un tamaño desproporcionado para que una empresa, sin la escala suficiente, pueda hacer negocios en forma aislada.

INHIBIDORES EXTERNOS

En el conjunto de barreras al desarrollo del sector generadas en agentes externos a las empresas, también podemos encontrar diferentes sub grupos. En primer lugar, se ha identificado una problemática vinculada con la casi inexistencia -debido a la situación económica del país- de empresas de porte importante y considerable demanda tecnológica, que permitan el impulso que los emprendimientos nacionales tradicionalmente han utilizado para nacer.

La gran mayoría de las empresas entrevistadas coincidieron en señalar que en sus inicios fue fundamental la existencia de un gran cliente, al que de ahora en más llamaremos «padrino». Este primer cliente oficia de tal ya que es el que en una época muy temprana de la empresa explícita las necesidades, encarga el primer desarrollo, compra las primeras partidas, financia y espera las primeras versiones competitivas, a la vez que enseña los secretos del sector o del proceso en el cual el producto o servicio pretende insertarse. Básicamente, su rol es absorber o compartir los riesgos inherentes a los desarrollos (en el caso de productos) o inexperiencias (en el caso de servicios) iniciales. En muchos casos, también cumple con una función de distribución, al guiar o acompañar a la empresa a una expansión geográfica o de mercados, bajo el paraguas de imagen del gran cliente.

Ante esta realidad de las empresas que ya han tomado un cierto cuerpo, se presenta un primer inhibidor externo: la escasez de empresas, públicas o privadas, que puedan asumir este papel fundacional. Una característica del mercado nacional que explica esta importante limitación, es la escasez de empresas de porte suficiente que sirvan como padrinos, lo cual si bien siempre fue una característica uruguaya, en los últimos cinco años se ha vuelto una restricción mucho más acuciante. En estos párrafos no estamos argumentando que el volumen de negocios nacional pueda ser un motor de crecimiento de las empresas de software, nos referimos a que un «disparador» histórico como lo ha sido un primer contrato nacional, comienza a verse como algo de un pasado que ya no volverá.

No hay posibilidad de disentir con la afirmación acerca de que hay pocos clientes realmente grandes o con uso intensivo de tecnología. Aunque la demanda de TI generada por el mercado nacional no sea suficiente para sostener el crecimiento del sector a los niveles acostumbrados, ésta puede jugar un papel fundamental para estimular el aprendizaje y el desarrollo de aplicaciones y servicios que luego puedan ser ofrecidos a otros mercados. El problema se presenta al comprobar que:

a. son pocas las empresas realmente grandes que pueden hacer uso intenso de tecnología,

b. empresas o sectores mediocres en cuanto a su nivel de madurez y servicio, no sirven como base para desarrollar tecnología de punta, que luego tenga aplicación en otros mercados.

El Departamento de Comercio de Estados Unidos[10] clasifica como usuarios intensivos de TI a los sectores económicos que:

a. están en los primeros 15 lugares en el ranking del ratio Activos de TI / Activos totales en equipos (netos de depreciaciones),

b. están en los primeros 15 lugares en el ranking del valor de la inversión anual en TI por empleado.

En el caso de Uruguay, tiene sentido además agregar los siguientes criterios:

a. tienen un volumen absoluto de negocio significativo para la economía nacional, para que el efecto en la TI sea relevante,

b. una situación de partida pobre respecto al uso de TI, lo cual significa que además la iniciativa es oportuna.

Los sectores que se presentan en el cuadro 1 son los que se han identificado en Estados Unidos como usuarios intensivos de TI, junto a los cuales realizamos una valoración sobre la intensidad de uso de TI en nuestro país.

Una mirada rápida al cuadro permite concluir, sin ambigüedades, que el bajo uso de la tecnología en sectores que deberían ser muy demandantes, contribuye al estancamiento del sector.

CUADRO 1

Sector	Diagnóstico
Telecommunications	Escaso uso
Radio and TV broadcasting	Muy escaso uso
Motion pictures	Casi nulo uso
Legal services	Casi nulo uso
Insurance carriers	Casi nulo uso
Instruments and related products	Casi nulo uso

Depository institutions Intenso uso
Pipelines, except natural gas Casi nulo uso
Chemicals and allied products Casi nulo uso
Security and commodity brokers Escaso uso
Business services Intenso uso
Health services Entre escaso e intenso uso
Holding and investment offices Escaso uso
Wholesale trade Intenso uso
Real estate Escaso uso
Insurance agents and brokers Casi nulo uso
Petroleum and coal products Intenso uso
Electronic equipment Casi nulo uso
Mantenemos los nombres en inglés para facilitar el seguimiento de la información en los informes www.ecommerce.gov

A esta altura de la lectura, es razonable que se haya llegado a la conclusión que la mayor posibilidad de encontrar empresas «generadoras» de necesidades tecnológicas se encuentra en el sector público. No se realiza esa afirmación por un protagonismo doctrinal de las empresas públicas sino debido a que en el conjunto de empresas grandes del país casi no existen compañías privadas. Esta constatación nos invita a pensar en una restricción adicional no imputable a las empresas del sector. La mayoría de las empresas y organismos del Estado tienen un tamaño y complejidad tales que se convierten automáticamente en potenciales grandes clientes. Sin embargo, es frecuente que los procesos de compra del Estado limiten innecesariamente la participación de empresas uruguayas o de pequeñas empresas que eventualmente pudieran dar respuesta adecuada a sus necesidades[11]. Se desperdicia así una de las pocas posibilidades de «impulso» para las empresas del sector. Este «impulso» no se refiere a que se contrate empresas nacionales ineficientes, se trata de que si la empresa local puede hacer el trabajo, no se la elimine a través de exigencias desmedidas e innecesarias que sólo dejan en carrera a empresas extranjeras.

Una segunda fuente de problemas para el desarrollo del sector se encuentra al mirar el desafío desde una perspectiva que no puede considerarse trivial, aunque sí es mirada con cierto desdén por los entrevistados. Está ampliamente documentado[12] que el país en que la casa matriz de una compañía o división se radica, es un dato de mucha relevancia. Los avances tecnológicos hacen más importante este aspecto. La mayor parte de las decisiones son tomadas en las casas matrices de las empresas[13] y, por lo tanto, en muchos casos los proveedores instalados en esos países son los que tienen más posibilidades de obtener los contratos más jugosos, entre los que se encuentran los vinculados a TI. La cercanía con quienes deciden sobre las compras -muchas veces situados físicamente en la propia casa matriz- favorece la percepción de éstos de que las empresas que brindan el servicio o entregan el producto son proveedores de alta calidad. Esto sucede sencillamente debido a que para que nos perciban como proveedores confiables, para construir esa reputación, es necesario lograr tener la oportunidad de ser conocido y en esto último, la interrelación personal, como ha sido manifestado por muchos entrevistados, juega un papel fundamental.

Si bien es muy complicado lograr que una empresa extranjera decida mudar su cuartel general a Montevideo, no es menos cierto que es necesario que las firmas nacionales exitosas, a medida que se internacionalizan, eviten mudar su casa central pues en tal caso la mayor parte de los beneficios de servicios de alto valor agregado se trasladarán a otro país. Resulta poco frecuente que una casa central o regional se sitúe en Uruguay a la vez que nuestro país no presenta muchas ventajas para mantener las casas centrales una vez que los socios fundadores de las empresas exitosas dan un paso al costado.

A medida que una empresa logra la posición deseable de afianzar negocios y operaciones en el exterior, puede plantearse la cruel (o no tan cruel, depende desde qué punto se lo mire) disyuntiva de dudar sobre las ventajas de mantener el centro de decisión o centro de operaciones en Uruguay. Para algunas empresas, en función del tipo de productos o servicios que ofrezca, puede resultar más ventajoso trasladarse a una ubicación más cercana a sus clientes, o con mejores conexiones aéreas, o con otras ventajas impositivas. No es evidente que por ser empresas uruguayas estén condicionadas a quedarse aquí. Así como se ofrecen ventajas para la radicación de empresas extranjeras en nuestro país, no hay que olvidar mantener condiciones para que las empresas decidan quedarse.

Por último, podemos agrupar una serie de limitaciones vinculadas a la problemática usual que encuentran las empresas uruguayas de casi cualquier sector. Aunque se trata de limitaciones comunes a diversas industrias, no por ello hemos de dejar de lado el impacto altamente negativo que tienen en el potencial desarrollo de mayores cifras de exportación en TI.

Las empresas uruguayas de TI tienen muy poca tolerancia a fallos. Una vez que el emprendimiento ha superado los primeros riesgos inherentes al nacimiento, hay poca capacidad de tolerancia a fallos o fracasos. Cada vez cuesta más caro arriesgar (cada vez hay más para perder) en un nuevo desarrollo, una exploración de un nuevo mercado, etc. La ausencia del uso de mecanismos para limitar, asegurar o compartir el riesgo, motiva conductas conservadoras. La ausencia de capital de riesgo, las dificultades para encontrar socios para emprendimientos concretos o la ya comentada incapacidad para establecer alianzas en algo más que en situaciones de complementación de ofertas, dan las razones que nos llevan a realizar esta afirmación.

El estado actual de las telecomunicaciones -principalmente costos y nivel de disponibilidad tecnológica- impide directamente la realización de toda una serie de actividades, frena el desarrollo o crecimiento de otras tantas y distrae la asignación de recursos que podrían aplicarse en actividades productivas. Sobre esta situación influyen el estado de las infraestructuras, pero también la configuración institucional de los actores y los reguladores: los comportamientos monopólicos -públicos o privados- no resultan favorables.

Junto a la baja tolerancia a los fracasos parciales y a las debilidades de la infraestructura de comunicaciones, debemos mencionar otro handicap en contra para cualquier país que desee exportar. Al menos fuera de América Latina

parece que todos los empresarios entrevistados concuerdan en afirmar que la marca Uruguay no suma como referencia de peso en cuanto a los atributos que una marca país debería llevar asociada. Buena parte de los empresarios afirman con anécdotas que la marca Uruguay es una carga extra al proceso de exportación 14. Esta afirmación, se vuelve mucho más crítica a medida que uno se aleja de los países de la región.

III RECOMENDACIONES

La identificación de los inhibidores que se encuentran entre el futuro y el presente del sector es un aporte muy valioso, pero más útil aún ha de ser la argumentación de cuáles pueden ser los caminos que posibiliten eludir los obstáculos.

Con este objetivo abordamos ahora la sección principal del artículo, en la cual presentamos una lista de recomendaciones que estamos seguros llamarán la atención del lector iniciado en el problema. Las recomendaciones que se formulan en este capítulo están relacionadas en forma directa o indirecta con alguno de los hallazgos descritos en la sección anterior. Éstas se presentan organizadas en cinco grandes líneas de acción, según la naturaleza del efecto buscado. A su vez, este ordenamiento lleva implícito un reconocimiento acerca de las capacidades del sector para llevar adelante las acciones sugeridas, y de la relación de causalidad directa en el objetivo último deseado.

Las primeras líneas de acción pretenden generar condiciones favorables al desarrollo del sector TI y naturalmente son más difíciles de realizar desde el mismo sector. Las últimas contienen acciones directas imprescindibles para el desarrollo del sector TI y solamente pueden ser realizadas por las propias empresas del sector.

a. Mejorar las condiciones del entorno local

Las condiciones del entorno inmediato en el cual las empresas de TI están insertas influyen en el desarrollo productivo de las mismas. Tal como se ha discutido anteriormente, no es válido excusarse en las adversidades estructurales o circunstanciales que ellas representan para no tomar la iniciativa en los ámbitos de pleno dominio de las empresas. Pero aún así, se pueden encarar una serie de acciones tendientes a que las condiciones del entorno estimulen el desarrollo del sector TI, o al menos no lo frenen.

b. Estimular la demanda directa local

Existe consenso sobre el rol de los mercados internacionales para el desarrollo efectivo y sostenible del sector TI. Sin embargo, hay que reconocer que los mercados locales pueden cumplir un papel relevante, diferente según el tipo de empresa de TI. Para algunas, puede estimular el desarrollo de soluciones integrales o innovadoras; para otras, puede ser utilizado como mercado de prueba, pequeño pero complejo a la vez; para otras empresas, puede aportar un volumen de operaciones básico que les permita consolidarse. En este grupo se recomiendan entonces diferentes acciones para que la demanda local de TI sea más extendida, más exigente, más estimulante.

c. Profesionalizar la gestión de las empresas del sector TI

En algún momento del crecimiento profesional de una empresa, ésta debe lograr cierto grado de madurez en sus prácticas empresariales, como condición calificadora para un desarrollo sostenible. Este conjunto de recomendaciones propone formas concretas de profesionalizar la gestión de las empresas.

d. Mejorar las habilidades y capacidades de realización de las empresas del sector TI

Además de unas prácticas empresariales profesionales, es necesario que las empresas sean capaces (que sepan y que puedan) construir productos y brindar servicios preferidos por los mercados seleccionados, ya sea por costo, por desarrollo tecnológico, por calidad del diseño, por innovación, o por todas ellas.

Esta serie de recomendaciones sugiere acciones para que los recursos de las empresas den respuesta a las necesidades de competitividad que sean requeridos.

e. Desarrollar la comercialización de productos y servicios

Adquiere gran importancia la función comercial como vehículo para posibilitar que la «excelencia» que logren las empresas nacionales, llegue a ser conocida y valorada por los potenciales clientes del mundo entero. Se sugieren algunas indicaciones que podrían ser útiles para establecer en forma profesional la función de comercialización en sentido amplio, tanto en las empresas individualmente, como a nivel colectivo para todo el sector.

A. MEJORAR LAS CONDICIONES DEL ENTORNO LOCAL

Creatividad vs. dominio técnico

Tanto los sociólogos de la nueva economía[15] como los estudios sectoriales más confiables16 declaran que, como en toda revolución tecnológica, el número de puestos de trabajos se incrementa. Esto surge debido a que el número de puestos de trabajos que se destruye es menor al número de puestos que se crean. El problema es que los primeros dejan sin trabajo a gente que no está capacitada para los segundos. Por otro lado, todos los puestos de trabajo que se pueden incluir en categorías rutinarias o programables tienden, tarde o temprano, a desaparecer al ser sustituidos por máquinas y sistemas.

Los puestos que no son eliminados y en realidad se incrementan, son todos aquellos que necesitan del uso de la creatividad, la innovación, la adaptación a situaciones no previsibles. Estos puestos -por definición no programables- necesitan de ciertas características mínimas en las personas que los ocupen. Estos mínimos son adquiridos en los primeros años de vida a través del razonamiento lógico (correcto uso de la matemática), desarrollo del hábito de lectura para favorecer la capacidad de imaginación y abstracción, entre otras acciones pedagógicas, perfectamente conocidas por los expertos en educación.

Por otra parte, es necesario que tomemos conciencia acerca de la incidencia creciente de la informática en todas las formas de organización de nuestra sociedad, sus requerimientos y consecuencias. El sector de las Tecnologías de la Información podría ser descrito como un generador de sistemas de almacenamiento, procesamiento y distribución de información. Los especialistas en informática aportan los medios para el manejo de la información, mas no los contenidos ni las necesidades específi-

cas con relación a la forma en que esa información debe ser procesada.

Para que las necesidades de los distintos usuarios de la sociedad se traduzcan en soluciones informáticas, un factor relevante es la existencia de un lenguaje común de interlocución que es el lenguaje de la lógica y del análisis de sistemas. Es necesario pues que nuestro sistema educativo -en el nivel de primaria y en secundaria- realice una formación más intensiva en estos aspectos, de manera que todo ciudadano sea capaz de colaborar en forma eficaz y eficiente -esto es, en forma productiva en la transformación de la informática en un medio generalizado de progreso de nuestra economía.

De la observación del grado de utilización que los distintos sectores de nuestra economía realizan de las herramientas informáticas para la mejora de su desempeño, se constata que un factor relevante para un uso intensivo de éstas es la existencia dentro de dichos sectores de usuarios formados profesionalmente para expresar sus problemas en términos de sistemas. Todas estas consideraciones fundamentan la conveniencia de que el gobierno exija que los planes de estudio oficiales incluyan estos aspectos. Este tipo de acciones, aunque menos impactantes, son mucho más importantes que el simple contacto rutinario con computadoras personales para juegos y planillas electrónicas.

Conexiones con el mundo

Para que Uruguay se vuelva un lugar propicio como base de operaciones de emprendimientos nacionales o nuevas inversiones de empresas extranjeras, parece fundamental dotarlo de conexiones aéreas suficientes. Estas conexiones tienen que permitir que el país esté conectado con el resto de las capitales de Sudamérica de forma tal de no tener desventajas con otras ciudades de mayor porte. En primer lugar es necesario que el aeropuerto principal cumpla los requisitos estándares de seguridad así como resulta importante que el gobierno favorezca de alguna forma que la empresa nacional tenga vuelos de reciprocidad con el resto de las capitales del continente. Aunque hoy por hoy no existe esta empresa, puede fijarse como objetivo de Estado el que las empresas del resto del continente incluyan al menos una frecuencia semanal. El ejemplo de lo que cuesta en términos de tiempo y dinero viajar, a Guayaquil o a Quito habla por sí solo: no menos de quince horas y una eventual noche en la capital de Chile.

Intercambios y visitas coordinadas

Negociar con el gobierno de Estados Unidos programas donados para académicos junior, empresarios del sector y legisladores jóvenes en universidades de punta .Universitiy of California Los Angeles (UCLA), Stanford, Massachussets Institute of Technology (MIT), Harvard- por períodos cortos, pero recurrentes a lo largo del año. Esta medida necesita de la iniciativa del gobierno nacional pues de esa forma adquiere un valor mucho más importante para el gobierno estadounidense -aunque después la misma sea implementada por actores del sector privado. Este tipo de intercambio facilita la «apertura de mente» de los que viajan pero a la vez permite desarrollar relaciones útiles para favorecer la reducción del escepticismo de un país con un nombre poco atractivo y que suele confundirse con otro de no muy buena reputación en lo que a TI refiere. Los gobiernos de países como EEUU suelen ver con muy buenos ojos estos gastos (inversiones) porque favorecen sus posibilidades futuras de comercio exterior al tiempo que constituye una forma, para ellos, de influir culturalmente.

Radicación de casas matrices

Para que el Uruguay sea un lugar atractivo para mantener a los uruguayos y recibir a los extranjeros, que necesariamente deberán vivir en el país de la casa matriz, deben existir ciertas condiciones en las cuales diversos agentes pueden influir: a) seguridad ciudadana, b) sistema de salud de calidad y costo internacional, c) educación primaria y secundaria de nivel equivalente a la internacional (que incluye el reconocimiento de bachilleratos internacionales que hoy nuestra universidad mayor no reconoce), d) políticas fiscales y previsionales para extranjeros, e) facilidad en procedimientos de inmigración y de tramitación de visado para visitas cortas, f) aeropuertos aptos y conexiones razonables, g) costo y calidad de comunicaciones adecuado a las necesidades. Para radicar una casa matriz, lo último que importa es tener un costo de mano de obra barato[17], lo cual naturalmente resulta contradictorio con el mito de que la mano de obra barata es una ventaja competitiva irrestricta (en cualquier sector y para siempre) para Uruguay.

Masa crítica de profesionales

Respecto a la cantidad de técnicos y profesionales de TI, más que el porcentaje relativo a otras profesiones, es relevante tener una cantidad absoluta suficiente. En TI, como en otras disciplinas de innovación constante, la masa de personas «pensantes» es lo que hace la diferencia. El gobierno debe priorizar y fomentar, a través de las partidas presupuestarias en un caso, y a través de mecanismo de financiación originales que favorezcan a las universidades y a los institutos privados que apuesten a esta formación[18]. Todas las cifras referidas al stock de profesionales y técnicos intermedios en todo el sistema educativo deberían estar actualizadas y al alcance de aquellos que quieran conocerlas.

B. ESTIMULAR LA DEMANDA DIRECTA LOCAL

Inversión inteligente de TI en el sector público El grado de aprovechamiento de las Tecnologías de la Información en el aumento de la productividad de todos los sectores de la economía nacional está fuertemente asociado al grado de informatización del sector público. El sector público puede ser vital a efectos de generar la masa crítica que habilite el desarrollo de emprendimientos que, basados en las posibilidades de la aplicación de la informática, provocan aumentos generalizados de la productividad de la economía nacional. Usualmente la informática es visualizada como una herramienta poderosa para automatizar actividades que el sector público ya lleva adelante. Sin embargo, si la verdadera potencialidad de la informática estuviera ahí, su principal atractivo serían los puestos de trabajo que se ahorran lo que en el contexto actual sería

recopila una cartera de necesidades que las empresas asociadas pueden convertir en propuestas concretas. Como complemento, se pueden idear incentivos financieros para estimular la participación voluntaria de las empresas en este programa.

Premio IT users

La propuesta está orientada a generar un reconocimiento público, con renombre y alcance nacional, para premiar a las empresas usuarias de TI por la aplicación de Tecnologías de la Información en su operación. Evidentemente la existencia de un premio por sí solo no va a decidir la implementación de sistemas y tecnología en ninguna empresa. Sin embargo, si se logra un impacto de comunicación importante, se consigue hacer notar a la opinión pública relevante que las autoridades a nivel nacional (gubernamentales, empresariales, técnicas y académicas) apoyan públicamente la inversión en tecnología de la información, como una acción en beneficio de cada empresa y del país[20].

* Adrían Edelman, PhD (c) in Management, Cranfield University; Master en Dirección y Administración de Empresas, IEEM, Universidad de Montevideo; Ingeniero Industrial, Universidad de la República; profesor de Dirección de Producción y Tecnología, IEEM, Universidad de Montevideo.
* Pablo Regent, PhD in Management, IESE, Universidad de Navarra; Master en Dirección de Empresas, IAE, Universidad Austral; Contador Público, Universidad de la República; director del IEEM, profesor del Área de Control para la Dirección del IEEM, Universidad de Montevideo.
* Leonardo Veiga, Master en Administración y Dirección de Empresas, IEEM, Universidad de Montevideo; Licenciado en Administración, Universidad de la República; Contador Público, Universidad de la República; profesor de la Facultad de Ciencias Empresariales y Economía de la Universidad de Montevideo.

NOTA

Este artículo se desprende de un estudio realizado a pedido del Consorcio Asesor Empresarial (CAE), en el que se establecen recomendaciones tendientes a incrementar el volumen exportador de la industria de las Tecnologías de la Información; las siguientes páginas están basadas en ese estudio sin constituir una versión abreviada del informe final.

1 De acuerdo al procesamiento de la información disponible (Instituto Nacional de Estadísticas, investigaciones realizadas por el Centro de Informaciones y Estudios del Uruguay, encuestas realizadas por la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información y estimaciones del economista Luis Stolovich) en el sector de tecnologías de la información (dentro del cual el software tiene un papel protagónico) las principales cifras serían las siguientes:
- Entre 1989 y el año 2000 las exportaciones del sector han crecido a una tasa que, estimada conservadoramente, no ha sido inferior al 50% acumulativo anual, llegando en el último año referido a los U$S 80 millones.
- Las ventas totales del sector (exportaciones y mercado doméstico) han crecido en idéntico período a una tasa mínima del 25%, ascendiendo en el año 2000 a unos U$S 240 millones.
- En 2000 el sector generaba por lo menos unos 3.500 puestos de trabajo, habiendo aumentado la cantidad de puestos de trabajo del sector a una tasa de un 9% entre 1997 y el año 2000.

2 El informe al que se hace referencia es propiedad del CAE. Los autores han recibido la autorización de sus integrantes para confeccionar este artículo, el cual es sólo una parte del informe entregado, a la vez que se le han incluido algunas modificaciones menores. Los autores agradecen al CAE haber hecho posible este trabajo y asumen la responsabilidad por los eventuales errores u omisiones que en él existan.

3 Gracias a esfuerzos de los tres sectores de la economía, Irlanda logró tasas promedio de crecimiento de casi 9% entre 1994 y 2001, una expansión del producto en el mismo período cercana al 100% y una reducción del desempleo del 17% al 4,6% en 2002. El esfuerzo realizado en los últimos veinte años en el sector TI explica parte importante de estas mejoras.

4 Aunque usemos el término masivo nos estamos refiriendo al mercado empresarial.

5 A veces tan circunstancial como la profesión u oficio de un pariente cercano, un primer trabajo que no satisface las expectativas de realización o alguna formación técnica adicional no vinculada a la de sistemas.

6 Los sistemas interactivos son una excelente forma de abordar la disminución de riesgos asociados a las incertidumbres estratégicas de cada negocio. Ver R. Simons, Palancas de Control.

7 Para profundizar en este concepto ver Los siete hábitos de la gente altamente efectiva, Stephen R. Covey, 1989.

8 Esta afirmación es anterior a los esfuerzos que actualmente un grupo importante de empresas está llevando a cabo.

9 Programa de Desarrollo Tecnológico, Dirección Nacional de Ciencia y Tecnología (DINACYT)

10 Ver The Emerging Digital Economy II, www.ecommerce.gov, 1999.

11 La mención a esta «protección negativa» por parte del Estado fue especialmente reiterada a través de las entrevistas, en particular ante la discusión sobre los elementos que debiera aportar el Estado para el desarrollo del sector.

12 Ver M. Porter: La ventaja competitiva de las naciones. Vergara, 1991.

13 La explicación principal se basa en el efecto reputación a partir de la recurrencia de los contratos entre casa matriz y proveedor. La reputación es el elemento básico para disminuir los altos costos de la incertidumbre vinculados a servicios y productos tecnológicos. Esto a su vez colabora para desarrollar clusters que hacen que sea imposible el ingreso de proveedores del exterior que no tengan una ventaja muy extraordinaria. El análisis que Oliver Williamson realiza de las diferentes formas contractuales que explican los procesos de integración empresarial es una fuente de consulta excelente para el lector interesado en estos tópicos. Ver de este autor The Economic Institutions of Capitalism. Nueva York, The Free Press, 1985.
Un análisis no tan profundo pero suficientemente completo se encuentra en el Capítulo V de Economía, Organización y Gestión de la Empresa, Milgrom&Roberts, Ariel Economía, 1993.

14 Luego de los recientes acontecimientos protagonizados por el sector político y financiero, el conocimiento internacional acerca de Uruguay ha aumentado, aunque no con los atributos más favorables. Este tipo de imagen percibida desde el exterior fomenta el cuestionamiento de potenciales clientes sobre la sustentabilidad de las empresas uruguayas en un período prolongado.

15 Manuel Castells: The Information Age: Economy, Society and Culture. Blackwell Publishers, 1997.

16 Ver www.ecommerce.gov

17 La historia de Ibersis es significativa: una vez desaparecido de la escena el «emprendedor» que fijó la base en Uruguay, desaparecen las ventajas de tener la casa central aquí pues es un mercado casi inexistente. Los nuevos responsables, sin vinculaciones sentimentales o de costos, trasladan la sede a un mercado con más ventajas. En este caso fue un extranjero, pero se da la misma lógica con socios fundadores uruguayos una vez que ceden el control.

18 Nos referimos a las instituciones del sector privado ya que la del sector público ya es favorecida en forma amplia.

19 En caso de estar interesados en esta experiencia contactar al profesor del IESE, Barcelona, José Ramón Pin (pin@iese.edu)

20 En Reino Unido hay un programa del gobierno que favorece que las empresas inviertan en la formación técnico-profesional de sus empleados. Para eso, creó una especie de sello para las empresas que acredita ser «Inversor en la gente». Este certificado es percibido públicamente como deseable, y se lo ve colgado en los locales al lado de certificaciones de calidad y otros premios o distinciones.

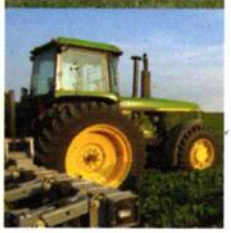
Sonreírte es cosa seria.

No es sólo llegar más rápido.
No es sólo responder con eficiencia cuando más lo necesites.
También es brindarte una sonrisa y una palabra de aliento,
para que sientas que realmente estamos contigo.

+SUAT
Contigo. Con todo.

Administración: 21 de Setiembre 2474 **Tel:** 711 07 11 **Internet:** www.suat.com.uy **e-mail:** mensajes@suat.com.uy

un seguro para **todo** su esfuerzo



www.bse.com.uy

Seguro Integral para
Empresas del Interior

Su trabajo de cada día merece ser cuidado. Por eso el Banco de Seguros del Estado pensó en un seguro que lo cubre todo en una sola póliza. Flexible, conveniente y adaptable a todas sus necesidades. Seguro integral, trabajo seguro.

BSE
BANCO DE SEGUROS DEL ESTADO

Consulte con su Corredor de confianza, infórmese en cualquiera de nuestras Sucursales y Agencias en todo el país, o llame a

TELESERVICIOS•BSE
1998
Interior 0800-1998 sin cargo